

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimimde ve tez çalışmamda bana her zaman yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen, başta çok değerli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Güngör EVREN'e olmak üzere; bana bu çalışmamın yapılmasındaki katkılarından dolayı DHM Baş Müdür'ü Sayın Kemal ÜNLÜ'ye ve Baş Müdür Yardımcısı Sayın Ocağ KILIÇOĞLU'na en içten teşekkürlerimi sunarım

Tahsil hayatımın her basamağında destek ve teşviklerini esirgemeyen sevgili babam, annem ve ağabeyi me daim yanımda oldukları için çok teşekkür ederim

Çalışmam müddetince sevgi, hoşgörü ve desteğini gördüğüm her kесе şükranlarımı sunarım

05, 2002

Mine UYGUR

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1. HAVAALANLARINDA KAPASİTE KAVRAMI	1
1.1. Giriş	1
1.2. Kapasite Kavramı	2
1.3. Kapasite ve Gecikme	2
1.3.1. Hava trafik sisteminde kapasite	4
1.3.2. Talep ve kapasite	6
1.3.3. Hava trafik sistemi kapasite kısıtlayıcıları	8
1.3.3.1. Hava sahası kısıtlayıcısı	10
1.3.3.2. Kontrol işyükü kısıtlayıcısı	11
1.3.3.3. Teknik kısıtlayıcılar	11
1.3.3.4. Usul kısıtlayıcıları	11
1.4. Saatlik Kapasiteyi Etkileyen Faktörler	12
1.5. Kapasite Yönetimi	13
1.6. Hst Kapasitesi için İhtiyaç Duyulan Parametreler	14
2. HST KAPASİTESİ VE BELİRLEME YÖNTEMLERİ	16
2.1. Kuyruk Teorisi'ne göre Hst Kapasitesi	16
2.1.1. Gecikmeye bağlı olarak kapasite matematik modeli	17
2.1.2. Kuyruk modeli ile gecikme hesabı için bir sayısal örnek	18
2.2. Analitik Yöntemler Yardımıyla Kapasite Hesabı	19
2.2.1. Analitik yaklaşımlar yardımıyla kapasite hesabı için sayısal örnek	22
2.3. Geliştirilmiş Analitik Yaklaşım	23
2.3.1. Geliştirilmiş analitik yaklaşımın sayısal örnek	24
2.4. Benzetim Modeline göre Hst Kapasitesi	26
2.4.1. Eurocontrol hızlandırılmış – zamanlı hava sahası modeli (EAM – Eurocontrol Airspace Model)	26
2.4.2. SIMMOD hızlandırılmış zamanlı benzetim modeli	29
2.4.3. Toplam hava sahası ve havaalanı modelleyicisi (TAAM – Total Airspace and Airport Model)	31
2.4.4. NASPAC hızlandırılmış zamanlı benzetim modeli	31
2.4.5. İşletim gösterimi ve veri geliştirme modeli (ODI D – Operational Display and Input Development)	31
2.4.6. Yeniden Düzenlenmiş ATC Matematiksel Benzetimi (RAMS – Reorganized ATC Mathematical Simulator)	31

2.5. Yıllık Servis Hacmi	32
2.5.1. Yıllık servis hacmi ve gecikme içi tahmini yöntemleri	33
2.6. Kapasite problemine yaklaşım yöntemlerinin değerlendirilmesi	35
3. İSTANBUL ATATÜRK HAVALİMANI'NIN GELİŞİMİ VE SORUNLARI	37
3.1. Atatürk Havalimanı Hakkında Genel Bilgiler	37
3.2. Atatürk Havalimanı'nın Özellikleri	38
3.3. Atatürk Havalimanı'nın Mevcut durumuna ilişkin İstatistiksel Bilgiler	39
3.3.1. Atatürk havalimanı yolcu trafiği	39
3.3.2. Atatürk havalimanı uçak trafiği	40
3.3.3. Atatürk Havalimanı yük trafiği	43
4. ATATÜRK HAVALİMANI ÜÇÜNCÜ PİSTİ'NİN KAPASİTEYE KATKISININ DEĞERLENDİRİLMESİ	48
4.1. Giriş	48
4.2. Kuyruk Modeline göre Uçakların Ortalama Gecikme Sürelerinin Hesabı	48
4.3. Analitik Yaklaşımlar yardımıyla Doyma Kapasitesi Hesabı	49
5. ATATÜRK HAVALİMANI'NDA ÜÇÜNCÜ PİSTİN ROLÜ	51
5.1. Pistlerin Tanımı	51
5.1.1. 06/24 pisti	51
5.1.2. 18/36 pisti	51
5.2. 18R/36L (18/36'ya paralel yeni pist) Pistinin gereksinim nedeni	51
5.3. Yeni Pistin Mevcut ve Fiziki Durumu	55
5.4. Değişik Koşullarda Pist Kullanımı ve Kapasiteleri	56
5.4.1. Aktüel hava trafik verilerine göre pist kullanımı	56
5.4.2. Halkımrüzgarın belirlendiği yönlere göre pist kullanımı	57
5.4.2.1. Mevcut şartlar (şayet rüzgar sağı veya kuzey yönüne ise)	57
5.4.2.2. Mevcut şartlar (rüzgarın güney yönünden esmesi halinde)	58
5.4.2.3. Üç pistin mevcut olma hali	58
5.4.3. Yeni pistin değişik koşullarda kullanıma ilişkin sonuçlar	59
6. ATATÜRK HAVALİMANI'NDAKİ YENİ PİST VE DİĞER GELİŞMELERE BAĞLI KAPASİTE DEĞERLENDİRMELERİ	60
6.1. Giriş	60
6.2. Havalimanı Kapasitesi	61
6.2.1. Pist kapasitesi	61
6.2.2. Yolcu terminali kapasitesi	65
6.2.2.1. İç hatlar terminali	66
6.2.2.2. Dış hatlar terminali	68
6.3. İç Hat ve Dış Hat Terminallerinin Değerlendirilmesi	75

6.4. Hste İlişkin İhtiyaç Değerleri	75
7. SONUÇLAR VE GÖRÜŞLER	78
7.1. Uygulama'daki Değerlendirmeler	78
KAYNAKLAR	82
EKLER	84
ÖZGEÇMİŞ	88

KISALTMALAR

ASV	: Yıllık Servis Hacmi
ATC	: Air Traffic Control (Hava Trafik Kontrolü)
ATM	: Air Traffic Management (Hava Trafik Yönetimi)
CASA	: Computer Assisted Slot Allocation (Bilgisayar Destekli Slot Tahsisi)
CAT I	: Category I (Kategori I)
CAT II	: Category II (Kategori II)
EUROCONTROL	: Organisation for the Safety of Air Navigation (Hava Seyrüseferi Emniyeti Teşkilatı)
FAA	: Federal Aviation Administration (ABD Ulusal Havacılık Teşkilatı)
FMP	: Flow Management Problem (Akış Yönetimi Problemi)
ICAO	: International Civil Aviation Organization (Uuslar arası Sivil Havacılık Teşkilatı)
ILS	: Instrument Landing System (Aletli İniş Sistemi)
IFR	: Instrument Flight Rules (Aletli Uçuş Kuralları)
IMC	: Instrument Meteorological Condition (Aletli Meteorolojik Şartlar)
PAT	: Pist, Apron ve Taksiyolu
PAPI	: Precision Approach PAT Indicator (Keskin Yaklaşma PAT Işıkları)
SID	: Standard Instrument Departure (Kalkış rotası)
STAR	: Standard Arrival Routes (Geliş rotası)
VFR	: Visual Flight Rules (Görerek Uçuş Kuralları)
VMC	: Visual Meteorological Condition (Görerek Meteorolojik Şartlar)
VOR	: Very – High Frequency Omni Directional Range (Çok Yüksek Frekanslı – Çok Yönlü Verici)

TABLO İSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1 Uçakların Sınıflandırılması.....	15
Tablo 2.1 SI MMOD inceleme alanı başlıkları.....	29
Tablo 2.2 Saatlik Gran (H) ve Günlük Gran (D) Değerleri.....	32
Tablo 2.3 Saatlik ve Yıllık Kapasitenin Ön Tahmini.....	33
Tablo 3.1 Son 7 yıllık elektrik sarfiyatı Değerleri.....	37
Tablo 3.2 1998 – 2002 Yılları Uçak trafiğinin aylara göre dağılımı.....	39
Tablo 3.3 Yolcu ve uçak trafiğinin 1992 – 2002 yılları arasındaki dağılımı.....	40
Tablo 3.4 1998 – 2002 yılları Yolcu trafiğinin Aylara göre dağılımı.....	41
Tablo 3.5 İç hat – Dış hat ToplamYük Trafiği.....	41
Tablo 3.6 2001 yılı Hk Gün Uçak trafiği.....	42
Tablo 3.7 2001 yılı Hk Saat Uçak trafiği.....	42
Tablo 3.8 2000 yılı Hk Gün Uçak trafiği.....	43
Tablo 3.9 2000 yılı Hk Saat Uçak trafiği.....	43
Tablo 6.1 2000 yılı Uçak Kapasite Kullanımları.....	60
Tablo 6.2 İç hat – Dış hat ToplamUçak trafiği.....	60
Tablo 6.3 2000 yılına ait Yolcu Kapasite Kullanımı.....	61
Tablo 6.4 İç hat – Dış hat Terminal Alanları.....	62
Tablo 6.5 2000 yılına ait Uçak Trafiğinin aylara göre dağılımı.....	62
Tablo 6.6 2000 yılına ait Yolcu trafiğinin aylara göre dağılımı.....	63
Tablo 6.7 1995 – 2010 yılları beklenen dış hat yolcu trafiği istatistiği.....	64
Tablo 6.8 2000 yılına ait dış hat yolcu trafiğinin aylara göre dağılımı.....	65
Tablo 6.9 1996 – 2000 yılı iç – dış hat yolcu trafiği.....	65
Tablo 6.10 2000 yılına ait Dış hat Uçak trafiği.....	67
Tablo 6.11 2000 yılı iç hat – dış hat gelen – giden yolcu trafiği.....	67
Tablo 6.12 Mevcut Hst Kapasitesi ve Talep.....	68
Tablo 6.13 18 / 36 pistine paralel pist ile sağlanacak Kapasitesinin Yetirliliği.....	68

ŞEKİL ÜSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	: Pratik ve Doyma Kapasitesi grafik gösterimi.....	4
Şekil 1.2	: Hava Trafik Sistemi Kapasitesini etkileyen faktörlerin : Birbirleriyle ilişkisi.....	7
Şekil 1.3	: Hava Koşullarına göre Gecikme.....	13
Şekil 2.1	: Öndeki uçağın izleyen uçağa göre hızlı olması durumu.....	20
Şekil 2.2	: İzleyen uçağın hızlı olması durumu.....	21
Şekil 2.3	: EAMa esas olan hava trafik planlama çalışmaları : Metodolojisi (Eurocontrol, 1994).....	26
Şekil 2.4	: EAMnin yapısı ve fonksiyonları (Eurocontrol, 1994).....	27

SEMBOL LİSTESİ

W_a	: Gelen uçağın ortalama gecikmesi (zaman birimi)
λ_a	: Ortalama geliş oranı (uçak / birim zaman)
μ_a	: Geliş için ortalama servis oranı (uçak / birim zaman) veya ortalama servis süresinin tersi
σ_a	: Gelen uçaklar için ortalama servis süresi standart sapması
W_d	: Kalan uçağın ortalama gecikmesi
λ_d	: Ortalama kalış oranı
μ_d	: Kalış için ortalama servis oranı
σ_d	: Kalan uçaklar için ortalama servis süresi standart sapması
j	: İki başarılı kalış arasındaki ortalama süre
σ_j	: İki başarılı kalış arasındaki ortalama sürenin standart sapması
g	: Başarılı gelişler arasında oluşan boşlukların ortalama oranı
f	: Kalışa izin verilen ortalama oran
σ_f	: Kalışa izin verilen ortalama sürelerin standart sapması
V_i	: i uçağının hızı
γ	: Yaklaşım yolunun uzunluğu
δ	: Minimum emniyetli ayrılma mesafesi
$n(V_2, V_1)$	: 1 uçağını izleyen 2 uçağı arasındaki hatasız minimum zaman ayırımı
σ_0	: Normal dağılımlı tampon bölgesinin standart sapması
$q(p_v)$	: Kümlatif standart normal dağılım fonksiyonunun değeri (1 - P_v)
p_v	: Tampon bölgesinin ihlal edilme olasılığı
C_w	: Hatin saatlik kapasitesi
H	: Saatlik oran ya da en kalabalık aydaki ortalama günlük operasyonların saatlik operasyonlara oranı
D	: Günlük oran ya da yıllık operasyonların en kalabalık aydaki ortalama günlük operasyonlara oranı

İSTANBUL ATATÜRK HAVALİMANI KAPASİTE BAĞLAMINDA ÜÇÜNCÜ PİSTİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Havaalanlarının projelendirilme aşamasında ve dikkate alınan bir havaalanının performansının değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerden birisi gecikme süresidir. Gecikme, sadece havaalanı tasarımıdan kaynaklandığı gibi, talepteki değişim, hava koşullarına ve çevre faktörlerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Tez çalışmada, İstanbul Atatürk Havalimanı'nın işletmesi ve talebe yeterliliği bağlamında pistlerin (06/24 ve 18L/36R) ve özellikle halen yapılmakta olan üçüncü yeni paralel pistin (18R/36L) kapasite ve gecikme hesapları ile ve bu pistlerin hepsinin birlikte çalışması halinde kapasiteye katkısının ne olacağı konusu üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışma 7 bölümden oluşmakta ve bu bölümlerini içeriği kısaca şu şekildedir:

Birinci bölümde, havaalanlarında kapasite kavramı hakkında bilgi verilmekte ve hava trafik sistemindeki kapasiteden bahsedilmektedir. Hava trafik sistemi, hava sahalarında ve havaalanlarındaki uçaklara kontrol hizmeti vermek amacıyla tesis edilmiş, elemanlar, hava sahası, teknik donanım uçak ve insan gücü olan bir sistemdir. Bu bölümde bu sistemin kapasitesini kısıtlayan faktörler, ayrıca saatlik kapasiteyi etkileyen faktörler ve kapasite yönetimi anlatılmıştır.

İkinci bölümde, Hava trafiktıkanlığı, günümüz ve yakın geleceğin hava trafik yönetiminin ana problemi dir. Hava trafiktıkanlığı; uçuşların kalışından önceki gecikmeleri, uçuştaki beklemleri, uçuştaki emniyetsizlikleri, ekonomik olmayan uçuş seviyelerinin kullanımı, yörünge değişiklikleri, uçuş planlarının ve filo planlamasının bozulması, uçak işleticisini ekonomik ve yakıt yönünden zorlaması, hava meydanları ve terminal binalarındaki tıkanıklık ve müşteri tatminsizliği ile sonuçlandırılmış ve oluşan tıkanıklık probleminin bu türlerinin çözümü için karar destek yardımcı olarak da kullanılabilecek çarpışmaların önlenmesi ve ekonomik akışı anaçlayan bir model ve çözüm algoritmaları sunulmuştur.

Üçüncü bölümde, İstanbul Atatürk Havalimanı hakkında genel bilgilerden ve son yıllara ait yolcu, uçak ve yük trafiklerinden bahsedilmiştir. Ayrıca mevcut duruma ilişkin istatistiksel bilgilerde bu bölümde yer almaktadır.

Dördüncü bölümde, İstanbul Atatürk Havalimanı üçüncü pistinin kapasiteye katkısı çeşitli analitik yaklaşımlar yardımıyla değerlendirilmiştir. Bu yöntemler kuyruk teorisi ve analitik yaklaşımlar şeklindedir. Kuyruk teorisi ile Atatürk Havalimanı'nda oluşan gecikmeler, analitik yaklaşımlar yardımı ile de doyma kapasitesi hesaplanmıştır.

Beşinci bölümde, Atatürk Havalimanı'nda yeni yapılan üçüncü pistin rolü hakkında bilgiler verilmiştir. Yeni yapılan paralel pistin havaalanına kapasite açısından neler katacağı, şuandaki pistlerin mevcut durumu ve çeşitli pist kullanımı durumlarına (mevcut şartlara) göre değerlendirilmelerinden bahsedilmiştir, ve üç pistin mevcut kullanımı halinde oluşan kapasite hakkında bilgiler yer almaktadır.

Altıncı bölümde, Atatürk Havalimanında yeni piste ilişkin ve buna bağlı oluşan diğer gelişmeler hakkında değerlendirmeler anlatılmıştır. Yeni yapılan uluslararası terminalden sonra havaalanında ileriye dönük oluşan terminal kapasitelerinden, iç hat ile dış hatlar terminallerinin birlikte değerlendirilmelerinden bahsedilmiştir, ve piste ilişkin ihtiyaç değerleri verilmiştir.

Yedinci ve son bölümde, Atatürk Havalimanında yaşanan darboğazlar sonucunda yeni yapılan üçüncü pistin ne derece bu darboğazları azaltacağından ve yine bu yeni pist ile birlikte havalimanındaki kapasitenin artışı hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

THIRD RUNWAY SYSTEM CAPACITY ASSESSMENT OF ISTANBUL ATATURK AIRPORT

SUMMARY

In air transportation, particular concern is focused upon the movement of aircraft, passengers, ground access vehicles, and cargo through both the airport and the aviation system. The experienced air traveler has grown accustomed to delayed flights, overbooking, missed connections, ground congestion, parking shortages, and long lines in the terminal building during peak travel periods. For many air transportation trips, the relative advantage of the speed characteristics of aircraft is considerably diminished by ground access, terminal system, and airside delays.

Information on airport capacity and delay is important to the airport planner. There is a strong belief within the aviation community that significant gains in air transportation efficiency can be realized through an understanding of the factors causing delays and by the application of technological innovation to alleviate delay.

The term capacity means the processing capability of a service facility over some period. However, for a service facility to realize its maximum or ultimate capacity, there must be a continuous demand for service. In aviation, it is virtually impossible to have a continuous demand throughout the operating period of the system. Even if a continuous demand were artificially created by causing a backlog at the service facilities by limiting operating periods or providing reduced operating staff, the delays at these facilities would result in such a deterioration in service quality as to make the situation undesirable. The design specifications at an airport require that sufficient capacity be provided that a relatively high percentage of the demand will be subjected to some minimal amount of delay. To provide sufficient capacity to service a varying demand without delay will normally require facilities that are difficult to justify economically.

Although capacity is an important measure of the effectiveness of an airport, it should not be used as the sole criterion. In preliminary planning, several alternative airfield configurations are usually considered. Capacity estimates are useful for the initial screening of alternatives and for selecting those alternatives which should be subject to further analysis. When demand approaches capacity, delays to aircraft build up very rapidly.

A primary objective of capacity and delay studies is to determine effective and efficient means to increase capacity and to reduce delay at airports. In practice, analyses are conducted to examine the implications of the changes in the nature of the demand, operating configurations of the airfield, and impact of facility modifications on the quality of service afforded this demand. Some of the typical applications of these analyses might include;

- 1) The effect of alternative runway exit locations and geometry on runway system capacity
- 2) The impact of airfield restrictions due to noise abatement procedures, limited runway capacity, or inadequate airport navigational aids on aircraft processing rates
- 3) The consequences of introducing heavy aircraft into the aircraft mix at an airport, and an examination of alternative mechanisms for servicing the mix
- 4) The investigation of alternative runway use configurations on the ability to process aircraft
- 5) The generation of alternatives for new runway or taxiway construction to facilitate aircraft processing
- 6) The gains which might be realized in system capacity or in delay reduction by the diversion of general aviation aircraft to reliever facilities in large air traffic hub areas.

Capacity and delay have been evaluated by the use of analytical and computer simulation model. The focus first is on analytical models, often referred to as mathematical models. Mathematical models of airport operations are tools for understanding the important parameters that influence the operation of particular interest. Depending upon the complexity of the system, a large number of conditions may be studied, perhaps more cheaply and quickly than by other methods.

Computer simulation models are extremely useful for studying complex systems which cannot be represented by equations. These have been used successfully for solving many problems in air transport including airport planning. An important point to remember is that the prime justification for using computer simulation is to reduce the differences between the real world and the abstract world of the model.

For airport planning the airfield capacity has been defined in two ways. One definition has been used extensively in the United States in the past: Capacity is the number of aircraft operations during a specified time corresponding to a tolerable level of average delay. This is referred to as practical capacity. Another definition is gaining favor: Capacity is the maximum number of aircraft operations that an airfield can accommodate during a specified time when there is a continuous demand for service. This definition has been referred to in several ways, ultimate capacity, saturation capacity and maximum throughput rate.

An important difference in these two measures of capacity is that one is defined in terms of delay and the other is not. The definition of ultimate capacity does not include delay and reflects the capability of the airfield to accommodate aircraft during peak periods of activity. However, for this definition one does not have an explicit measure of the magnitude of congestion and delay.

Many factors influence the capacity of an airfield, and some are more significant than others. In general, the capacity depends on the configuration of the airfield, environment in which aircraft operate, availability and sophistication of aids to navigation, and air traffic control facilities and procedures.

The most important factors that affect hourly capacity are the following :

- 1) The configuration, number, spacing and orientation of the runway system
- 2) The configuration, number and location of taxi ways and runway exits
- 3) The arrangement, size and number of gates in the apron area
- 4) The runway occupancy time for arriving and departing aircraft
- 5) The size and mix of aircraft using the facilities
- 6) Weather, particularly visibility and ceiling since air traffic rules in good weather are different from those in poor weather
- 7) Wind conditions which may preclude the use of all available runways by all aircraft
- 8) Noise abatement procedures which may limit the type and timing of operations on available runways
- 9) Within the constraints of wind and noise abatement, the strategy which the controllers choose to operate the runway system
- 10) The number of arrivals relative to the number of departures
- 11) The number and frequency of touch – and – go operations by general aviation aircraft
- 12) The existence and frequency of wake vortices which require greater separations when a light aircraft follows a heavy aircraft than when a heavy follows a light
- 13) The existence and nature of navigational aids
- 14) The availability and structure of airspace for establishing arrival and departure routes
- 15) The nature and extent of the air traffic control facilities

Air traffic system is a services production field that consists of airspace, technical equipment, aircraft and work force. Air traffic system provides control services for movements of aircraft in airspace and aerodromes. Air traffic management provides these services for efficiency, economy and safety of the flights. Main purpose of the flow management is to meet air traffic demand. Review of short, medium and long term air traffic capacity plans is vital for meeting traffic demand that fluctuates.

Air traffic congestion is the major problem of today's and near future's air traffic management. Air traffic congestion results in delays of flights prior to departure ; in – flight holding ; unsafe flights ; use of uneconomic flight levels ; re – routings and diversions ; disruptions of flight schedules and fleet utilization ; economic and fuel penalties for aircraft operators ; congestion on aerodromes or internal buildings ; and passenger dissatisfaction.

Istanbul – Ataturk airport accommodates between 500 and 600 movements a day, including more than 70 % medium – jets. A peak of 857 movements was experienced in 2000. some 171.174 movements were accommodated in 2000, including both IFR and VFR

The traffic is composed of about 60 – 70 % Turkish Airline, 20 % from ex – USSR airlines, 10 – 15 % other European Airlines, and 5 % GA

Istanbul – Atatürk airport is equipped with two converging runways 06 / 24 and 18L / 36R. Runway 06 / 24 is 2300 m long, 60 m wide, and is CAT I – equipped, while RWY 18L / 36R is 3000 meters long, 45 m wide and CAT II – equipped, although RWY 18L is operated in CAT I only because of obstacle clearance on final approach.

Based on statistics in 2000, configuration a06 / d36 (arrivals on RWY 06 and departures on RWY 36) was used 60 % of the time, the remaining 40 % being on configuration a24 / d18.

A 3rd runway has been constructed in parallel to RWY 18L / 36R. Runways 18L / 36R and 18R / 36L are separated by 215 meters and not staggered.

Baseline Scenarios ;

a) IST2001 – a24 / d18L (converging scenario) : South – west wind, dependent segregated operations consisting in arrivals on RWY 24 and departures on RWY 18L, based on current infrastructure, current operational practices and procedures, including separations between aircraft, current SIDs and STARs.

This currently represents 40 % of operations. However, this configuration can be critical when departing pilots on RWY 18L see aircraft vacating RWY 24 through exit S in the heading of departing runway.

b) IST2001 – a06 / d36R (diverging scenario) : North – east wind, independent runway operations consisting in arrivals on RWY 06 and departures on RWY 36R, based on current infrastructure, current operational practices and procedures, including separations between aircraft, current SIDs and STARs. This currently represents 60 % of operations.

Tables A1 and A2 show the runway capacity values for the two baseline scenarios IST2001 – a06 / d36R and IST2001 – a24 / d18L.

The operational window is relatively wide at Istanbul Airport, ranging from 17 % to 33 % during departure peaks, and from 46 % to 78 % for arrival peaks. The capacity figures are reported in Table A1 for the most representative arrival percentage of 32 % and 65 % for departure and arrival peaks respectively. In these conditions, the capacity is expected to range from 64 aircraft operations per hour during a departure peak to 39 aircraft per hour during inbound traffic peak.

	Departure Only	Departure Peak	Balanced Period	Arrival Peak	Arrival Only
percentage	0	32	50	65	100
Arrival	0	21	26	26	26
Departure	43	43	26	14	0
TOTAL	43	64	52	39	26

A1. Capacity Assessment Results for IST2001 – a06 / d36R baseline scenario

When RWY 24 is use for arrivals while RWY 18L is used for departures (IST2001 – a24 / d18L baseline scenario), the theoretical capacity envelope ranges from 46 departures and 24 arrivals per hour, as reported in Table A2. With reference to the operational window of the airport, the hourly capacity is 53 movements for outbound traffic peaks and 39 for inbound traffic peaks.

	Departure Only	Departure Peak	Balanced Period	Arrival Peak	Arrival Only
percentage	0	32	50	65	100
Arrival	0	18	24	24	24
Departure	46	35	26	14	0
TOTAL	46	53	51	39	24

A2. Capacity Assessment Results for IST2001 – a24 / d18L baseline scenario

It is to be noted that, for both baseline scenarios, and especially for the scenario IST2001 – a06 / d36R, departure capacity is much higher than arrival capacity, making the system relatively unbalanced and unstable. Relatively high capacity deviation can indeed be observed depending on possible fluctuation of the percentage of inbound traffic demand with regards to total demand in the system. Arrival capacity should therefore be prioritised if any investment is performed in the scope of runway capacity increase.

This document concerns, Istanbul – Atatürk airport, including its 3rd runway operations. It reports the runway capacity values which have been assessed based on a specific baseline scenario and estimated using the analytical runway system capacity model.

This study shows that the runway system capacity for Istanbul – Atatürk airport is 64 movements per hour during outbound traffic peak and 39 movements per hour during inbound traffic peak when runway 06 is used for arrivals and runway 36R is used for departures (diverging configuration). In the converging configuration, arrivals on runway 24 and departures on runway 18L, the hourly capacity ranges from 53 movements in departure peak to 39 movements in arrival peak.

1. HAVAALANLARINDA KAPASİTE KAVRAMI

1.1 Giriş

Bir ulaştırma sisteminin performansı, sistemi oluşturan her bileşenin ayrı ayrı performansına bağlıdır. Bir bileşende görülen aksama diğer ünitelere olduğu gibi yansyacaktır. Bu nedenle en düşük kapasiteye sahip bir bileşen, sistemin kapasitesini belirleyecektir. Hava taşımacılığında özellikle uçakların, yolcuların ve kargoların hareketi üzerinde yoğunlaşmıştır.

Havaalanı kapasitesi ve gecikmeler hakkında elde edilen bilgiler havaalanı tasarımı için önemlidir. Gecikme nedenlerini belirleme ve analiz ederek çözümler üretme, hava taşımacılığında etkinliği arttırmada önemli bir rol oynamaktadır. Tasarımı, mevcut ve gelecekte oluşacak talebi kapasite ile karşılaştırarak, kapasiteyi arttırmanın gerekli olup olmadığına karar verir. Gecikme fayda / maliyet analizlerinde en önemli faktörlerden biridir. Gecikmeye parasal bir değer biçildiğinde yapılan iyileştirmeler maliyet azaltma faktörü olarak dikkate alınır.

Havaalanı kapasite analizi 2 neden için önemlidir.

1) Havayolu akımları ve havaalanı sisteminde yolcu sayılarının projelendirilmesi için havaalanı sisteminin çeşitli parçalarının kapasitelerinin ölçümü için

2) Sistem içinde talebin farklı seviyelerinde gecikme tahminleri için

Sonuçta, kapasite analizi, pist sayısının tahmininde, havaalanı tasarımlarına etkin çözümler getirmesinde ve en önemlisi, en uygun konfigürasyon ve karşılaştırmalı alternatif dizaynlar yapılabilmesinde en etkin yoldur.

1.2 Kapasite Tanımları

Havaalanı planlaması için kapasite iki şekilde tanımlanmaktadır. Bu tanımlardan biri: Kapasite ; gecikmeler dikkate alınarak belli bir zamandaki uçak operasyonlarının sayısıdır. Bu pratik kapasite olarak bilinmektedir. Diğer bir tanımdır ise şudur :

Kapasite uçak operasyonlarının maksimum sayısıdır. Bu tanımdan birkaç şekilde söz edilebilir. Bunlar esas kapasite ve doygunluk kapasitesi dir.

Bu tanımlar arasındaki en önemli fark birinde gecikmeden bahsedilmesi diğeriinde ise edilmesidir. Esas kapasite, gecikmeleri içermektedir. Birkaç uçak aynı anda havaalanını kullanmak isterse gecikme doğal olarak büyüyecektir. Herhangi bir saatte talepteki dalgalanmalar, değişiklikler göstermekte ve bu da saatlik uçak talebinde değişiklikler meydana getirmektedir.

1.3 Kapasite ve Gecikme

Kapasite, bir sistemin belli bir zamanda maksimum uçak operasyonlarının miktarı olarak tanımlanabilir. Ancak yukarıdaki tanımdan talebin sürekli olması gerekmektedir. Hava taşımacılığında talebin sürekliliğinden bahsetmek mümkün değildir. Eğer, sürekli talep oluşturmak için, uçak tarifeleri ve personel düzenlemesi yapılırsa, oluşacak gecikmeler oldukça sıkıntılı anlar meydana getirecektir. Bu nedenle, bir havaalanı tasarımı, düzensiz talep durumunda kabul edilebilir hizmet düzeyinde servis verebilmek için düzenlemeler yapmak zorundadır.

Gecikme olmaksızın hizmet verebilmek için kapasitenin oldukça büyük olması gerekir. Ancak bu yaklaşım ekonomik olmaktan uzak olduğu için, kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalan gecikmelere göz yumulmaktadır. (Örneğin 15 dakığı)

Kapasite havaalanı için önemli bir etkidir ve tek bir kriter olarak kullanılmamalıdır. Planlamada birkaç havaalanı yerleşim düzeni dikkate alınarak incelenmelidir. Kapasite tahmini gelecekteki analizler için faydalı olmaktadır. Talep kapasite seviyesine ulaştığı zaman, uçaklardaki gecikmeler hızla artmaya başlar. Kapasite ve gecikme çalışmalarının esas amacı, havaalanı kapasitesini etkin bir şekilde arttırırken gecikmelerini minimum kılma ya çalışmaktadır.

Kapasite ve gecikme analizlerinin kullanıldığı bazı uygulamalar şunlar olabilir :

- 1) Alternatif taksi yollarının yerleşimlerinin ve geometrinin pist sistemin kapasitesi üzerindeki etkisi.
- 2) Gürültü kısıtlamasının pist kapasitesi üzerindeki etkisi.

3) Bir havaalanında mevcut uçak karışımlarına çok ağır bir uçağın dahil edilmesi durumunda oluşacak durumun incelenmesi.

4) Uçaklara daha iyi hizmet verebilmek

5) Uçaklara verilen hizmetleri iyileştirmek için, yeni pist veya taksi yollarının alternatiflerini oluşturmak çalışmaları.

6) Genel havacılık uçakları ile diğer uçakları birbirinden ayırarak sağlanacak kazançların belirlenmesi.

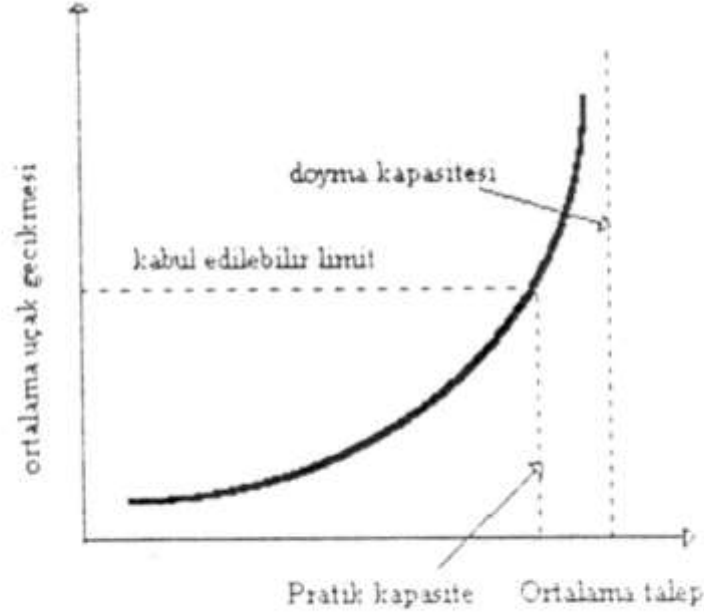
Gecikme analiz çalışmaları, talep henüz kapasite seviyesinin çok altında iken başlatılması gerekir. Kapasite ve gecikme analizleri genel olarak, analitik metodlar ve bilgisayar simülasyonları yardımıyla yapılmaktadır.

Matematik modeller, sistemin işleyişini etkileyen önemli parametreleri anlamada kullanılan bir yaklaşımdır. Sistemin karışıklığına bağlı olarak, birçok sayıda parametre belki de en ucuz şekilde ele alınabilir. Yani kompleks bir sistemin matematik modeller kullanılırken bazı basit kabuller yapılabilir. Bu durumda bilgisayar simülasyon modeli yada başka teknikler kullanılabilir.

Bilgisayar simülasyon modelleri, denklemlerle gösterilemeyen karışık sistemlerin incelenmesinde oldukça yararlıdır. Simülasyon modellerinin iyi çalışıp çalışmadığı, gerçek hayatla simülasyon modellerinin karşılaştırılması sonucu elde edilebilir.

Havaalanlarında kapasite, belli bir süreçte kabul edilebilir gecikme limitlerinde bir havaalanının hizmet verebileceği uçak sayısı olarak düşünülebilir. Bu tanıma “pratik kapasite” olarak düşünülebilir. Diğer bir tanıma ise, sürekli talep durumunda bir havaalanının belli bir süreçte hizmet verebileceği maksimum uçak sayısıdır. Bu tanıma da “doyma kapasitesi” olarak adlandırılır (Şekil 1.1). Sürekli talepten kastedilen, her zaman kalkmak ve inmek için bir uçağın hazır olmasıdır. Bu iki kapasite arasındaki fark, birinde gecikmeden söz edilirken diğerinde ise hiç söz edilmemektedir. Belirli gecikme seviyesi için anlaşma bulunmadığından gecikme miktarları havaalanından havaalanına değişim göstermektedir. Gecikme büyük oranda talebin oluşumu ile değişmektedir. Örneğin, birkaç uçak aynı anda havaalanını kullanmak isterse, gecikme süresinde artış görülecektir. Bir saat içerisinde oluşan talep oldukça fazla dalgalanacağından, gecikme miktarları da sabit

olmayacaktır. Matematik olarak doyma kapasitesinin analizi, pratik kapasiteye göre, daha kolaydır.



Şekil 1.1 Pratik ve doyma kapasitesi grafik gösterimi [16].

1.3.1 Hava Trafik Sistemi Nde Kapasite

Genel olarak üretim sistemlerinde kapasite bir üretim oranı veya belirli bir zaman içindeki üretim miktarı olarak tanımlanır. Kapasitenin üretim oranı olarak ölçülmesi halinde, sistemin fiili üretiminin en fazla üretime oranı sözkonusudur. En fazla üretim fiziki yapıyla ilgili olduğunda kolayca belirlenebildiği halde fiili üretim çok fazla faktörün etkisiyle değişir.

Buffa kapasiteyi bir üretim sisteminin üretim yeteneğinin sınırlayıcısı olarak tanımlamakta ve bir zamanda elde edilen çıktı olarak ifade etmektedir [8].

Hava trafik sistemi de bir hizmet üretim sistemi olduğuna göre, hizmet verme yeteneğini sınırlayan bir takım faktörler vardır. Bu sınırlayıcı faktörlerin hepsi bir arada hava trafik sisteminin kapasitesini belirleyecektir. Hava trafik kontrol sisteminin veya kendisinin herhangi bir alt sisteminin, faaliyet esnasında uçaklara

hizmet verebileni yeteneği sistem kapasitesi olarak tanımlanabilir. Bu da verilen bir zaman diliminde hava sahasının belirli bir dilimine giren uçak sayısı olarak ifade edilir.

Havaalanları hava trafik sistemi içerisinde bir kaynak olarak değerlendirildiğine göre bunların da bir kapasite birimi vardır. Havaalanı kapasitesi bir havaalanına belirli bir zaman aralığı süresince inen veya kalınan uçak sayısı olarak tanımlanır ve saatteki uçak sayısı olarak ifade edilir. Havaalanı kapasitesini çok sayıda faktör belirler. Bunlar pistlerin sayısı, konumu, meteorolojik koşullar özellikle rüzgarın yönü ve hızı, sis, pist yüzey hassasiyeti ve kullanılan gürültü önleme usulleri dir.

Kontrol hizmeti verilen bir hava sahasındaki problemler, bu sahadaki trafik sayısı veya yoğunluğunun artışıyla birlikte ortaya çıkar. Havayolu taşımacılığındaki ve endüstrisindeki büyük gelişmeler karşısında hava trafik sisteminin kapasitesi yetersiz kalmaya başlamıştır. Bunun sonucunda özellikle 1980 yılından sonra rapor edilmiş yakın geçmiş olaylarının sayısı hızla artmış ve kazaların sayısı ise yılda yaklaşık 20 hava aracı kazası düzeyine ulaşmıştır. Bu durumsistemde bir tıkanıklık olduğunun işaretleridir. Sistemin belirli bir kapasite miktarı olduğuna göre kapasitenin üzerindeki, yüklenmeler tıkanıklıkla sonuçlanacaktır. Genellikle yolcu trafiği günün belirli zamanlarında ani artışlar gösterir. Bu durumda aynı yönlü uçuş zamanlarında çakışmalar olur. Bu ise çok sayıda uçağın aynı anda havada olması demektir ki bunun sonucu hava sahası tıkanıklığıdır. Çünkü tıkanık bir hava sahasında uçaklar arasındaki ayrılmaların sürdürülmesi zorlaşmıştır ve kontrol teknikleri kullanıcının optimum seçtiği yol, uçuş hızı ve irtifa değerlerinden uzaklaştırmasını gerektirir. Eğer hava sahası tıkanıklığı doğru olarak tahmin edilebilirse, operasyonlardaki verimi yükseltmek için uçuşlar bu sahaya sokulmayabilirler. Hava sahası tıkanıklığının diğer bir yönü ise, hava sahasındaki uçak operasyonlarının karmaşık olmasıdır. İniş ve kalkış gibi bazı operasyonlar çok fazla iletişim ve izleme gerektirirler. Bu tip operasyonlarda aynı hava sahasındaki uçuşların kontrolünü zorlaştırırlar.

Hava trafik hizmetleri sisteminin doyuma noktasına yaklaştığını işaretleri genellikle yüksek trafik yoğunluğuyla birlikte görülen sürekli ve gittikçe sıklaşan gecikmeler veya hizmet aksaklıklarıdır.

Bu koşullar :

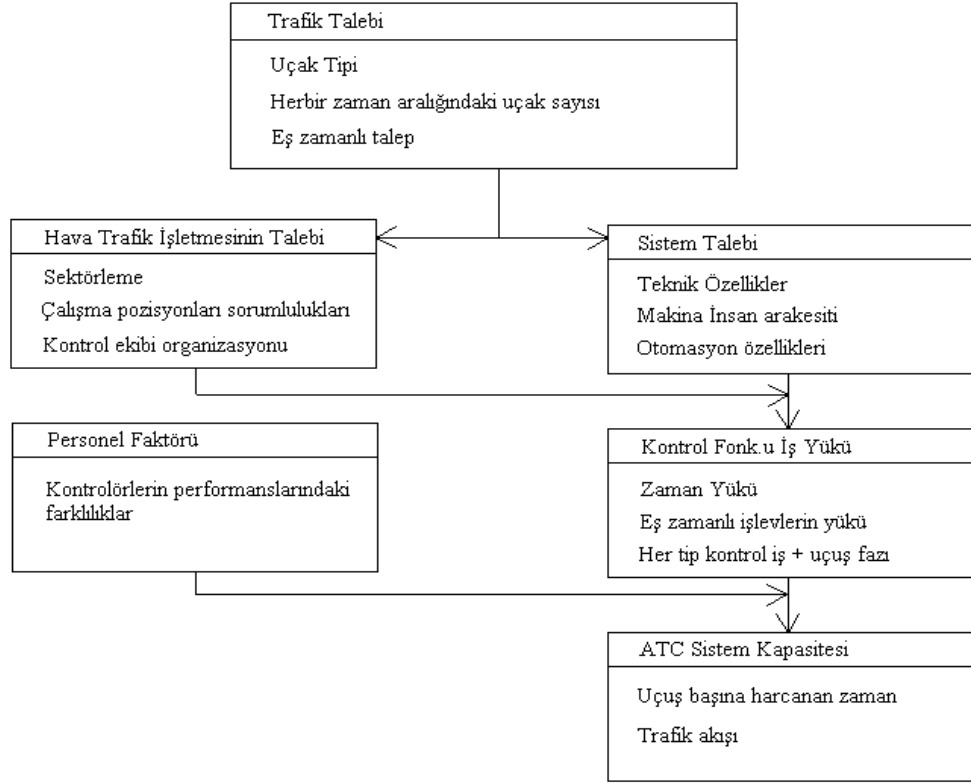
- 1) Kal kıştan önce (ve inişten sonra) yerde gecikmelere ;
- 2) Uçuşta bekle melere ;
- 3) Uçakların kendileri için ekonomik ol mayan uçuş seviyelerinde uç mal arı na;
- 4) Uçuş yörüngesi değişliklerine ;
- 5) Uçuş program ve filo planlanmasında aksaklıklara ;
- 6) Uçak işletmecileri için maliyet risklerine ;
- 7) Havaalanlarında ve terminal binalarında tıkanıklıklara ;
- 8) Yolcu tat minsizliklerine

neden olur. Tıkanıklık sonucu ortaya çıkan bu istenilmeyen olaylara çözüm bulunabilmesi, hava trafik yönetiminin kapasite planlanması yapmasını zorunlu kılar.

1.3.2 Talep ve Kapasite

Hava trafik sistemi çok karmaşık bir insan – makina sistemidir. Bu insan – makina sistemlerinde performans yalnızca sistemin teknik özelliklerine bağlı olmayıp aynı zamanda sistemin işletim ortamına da bağlıdır. İnsan performansı sistemin üçüncü bileşeni olup, aynı zamanda bir filtredir. Kontrolörlerin bireysel performans yetenekleri sistem performansının değişebilirliğine eklenir. Bu değişikliğin $\mu 10\%$ ile $\mu 12,5\%$ arasında olduğu kabul edilir. şekil 1.2 ile verilen blok diyagramda hava trafik sisteminin kapasitesini etkileyen faktörlerin birbirleriyle ilişkileri gösterilmektedir.

Hava yolu şirketlerinde ortaya konan trafiktalebi, yalnızca zamana bağlı bir değişken olmayıp aynı zamanda uçağın tipi, performansı, seyahat irtifası, tırnanması, alçalması gibi işletim özellikleriyle de ilgili dir. ICAO Doc. 9426'ya göre talebin zamana göre değişiklik göstermesini ana nedenleri şunlardır :



Şekil 1.2 Hava Trafik Sistemi kapasitesini etkileyen faktörlerin birbirleriyle ilişkisi.

1) Tatiller ve toplumun seyahat alışkanlıklarından dolayı, belirli zamanlarda görülen trafik yoğunlukları ;

2) Çeşitli Air Traffic Control (ATC) sistemlerindeki kapasitelerindeki farklılıklar veya bu sistemlerin trafik yoğunluklarından etkilenen kısımları ;

3) Oluşan trafiktalepleri ile ilgili olarak yetersiz bilgi toplanması ve sistemin belirli noktalarda, belirli alanlarda ve/veya özel zamanlarda aşırı yükleneceği ;

4) Kritik durumlarda, trafiktalebi ve mevcut ATC kapasitesi arasında yeterli dengeyi sağlayacak, hem işletme, hem de ekonomik açıdan uçak işletmecilerince kabul edilebilir, uygun tekniklerin ve usullerin yetersizliği dir.

Hava sahasının sektörlenmesi, kontrolörlerini iş yükü ve buna bağlı olarak kontrolör çalışmaları ekiplerinin organizasyonu hava trafik hizmeti veren işletmenin talebi dir.

Sistem talebi ise insan – makina sisteminin insan kısmının iş yükünün bir parçası olduğu gibi aynı zamanda, teknik sistemlerin özellikleriyle de doğrudan ilişkilidir. Teknik sistemlerin gelişnişlik düzeyi otomasyonun da düzeyini belirleyecektir.

Trafik, teknik sistem ve işletme organizasyonu talepleri beraberce hava trafiğinin kontrolünde kontrolör üzerindeki iş yükünü belirlerler.

Şekil 1.2 'de hava trafik kontrolörlerinin performanslarındaki farklılık kontrol iş yükü fonksiyonunu etkileyen bir faktör olarak gösterilmiştir. Bu durum bütün makina – insan sistemlerinde de görülür. Yürürlükteki hava trafik sisteminde hesaplanması zor faktörlerden biri, sistemde etkin durumda olan bu insan faktörünün getirmiş olduğu zorluktan ileri gelmektedir. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki sistemdeki otomasyon düzeyindeki gelişmeler çarpışma riskinde azalmalara neden olmuştur. Genelde dünyada sivil havacılık alanında meydana gelen kazaların nedenlerinin de %60 – 70'lik oranını insan hataları oluşturmaktadır.

Bütün bu etkileşimlerin bileşkesi olarak hava trafik sistemi kapasitesi uçak başına harcanan zaman ve trafik akışı olarak ortaya çıkar.

1.3.3 Hava Trafik Sistemi Kapasite Kısıtlayıcıları

Hava trafik sistemi kapasitesi ile talep arasında bir ilişki vardır. Mevcut kapasite talebin karşılanabilmesinde en etkili kısıtlayıcıdır, ve ideal koşullarda talebi karşılayacak şekilde ayarlanmalıdır (ATM Yearbook, 1994 / 95).

Eğer bir uçak bir hava sahasında tek başına uçuyorsa, bu hareketindeki kısıtlayıcı faktör yalnızca hava sahası ile ilgilidir. Seyrüsefer cihazları ile donatılmış belirli hava yollarını kullanmalıdır. Fakat aynı hava sahasını kullanan uçakların sayısı arttıkça, bunların çarpışmasını önlemek amacıyla verilen hava trafik hizmetlerinin sonucunda, uçaklar bu talimatlara uymak zorunda kalacaklardır. Bunun sonucunda aynı düğüm noktalarına doğru seyahat eden uçaklardan biri, ya ekonomik olmayan bir uçuş seviyesini kullanacak, ya da diğerinin önce geçişini sağlamak amacıyla beklemek zorunda kalacaktır. Hava sahasının karmaşıklığı ile de ilgili bu durumda kontrolörün verdiği karar niteliğindeki talimatlar diğer kısıtlayıcı faktörü meydana getirir. Tabii kontrolör bu kararları verirken onu da kısıtlayan ayırma standartları gibi

usul ile ilgili kısıtlayıcılar da vardır. ATC usulleri de denilen bu kısıtlayıcılar ise sistemi oluşturan teknik donanımın gelişmişlik düzeyiyle belirlenen standartlardır.

Hava trafik kontrolörleri açısından bakıldığında, belli bir sektördeki hava trafik akış kontrolü uygulamalarının ve hava trafik sisteminin geliştirilmesi için öncelikle mevcut hava trafik sisteminin kontrol kapasitesinin ölçümü gerekir. Özellikle insangücüne dayalı, aktif kontrolörlerin trafik akışını yönlendirdiği sistemlerde kontrolörün işyükü, sistemin kontrol kapasitesine etki eden faktörlerin en önemisi dir.

Kontrol kapasitesi; Hava trafik sisteminin, uçakların emniyetli ve verimli hareketlerini sağlama yeteneğini kısıtlayan değerler kümesidir ve uçak hareketlerinin oranını en uygun olarak uçak hareket oranları cinsinden ölçer. Kısıtlayıcı değerler kümesini en önemli elemanları aşağıda sıralanmıştır :

- Hava sahası kısıtlayıcısı : hava sahasının yapısı ve boyutları,
- Kontrolör işyükü kısıtlayıcısı : gerekli usuller için harcanan zaman,
- Teknik kısıtlayıcılar : radar kaplaması ve bilgi işleme yeteneği,
- Usul kısıtlayıcıları : gerekli olan ayrıntılar (Brauser, 1975).

Brauser'in bu yaklaşımında, hava trafik sisteminin temel elemanlarından biri olan hava araçlarının performans ve donanım özellikleri ihmal edilmiştir. Halbuki, hava aracı ve özellikleri önemli bir kısıtlayıcı faktördür. Daha yavaş hareket eden veya kumanda sisteminin zayıflığından dolayı sık sık yörünge düzeltmesi yaptırılması gereken hava araçlarının hareket ettiği bir sektörde kapasite düşer.

Bir kısıtlayıcının esnetilmesi diğer kısıtlayıcıların etkinliğinin artmasına yol açacağından, bileşenlerin birinde yapılacak iyileştirmeler toplam kapasitede belirgin bir iyileşme sağlamayabilir. Örneğin ; radar sistemine sahip bir bölgede buna ilaveten takviye radar tesislerinin kurulması, bu bölgedeki kapasitenin otomatik olarak artacağını göstermez. Bunun yanında yeterli sayıda personel takviyesi de gereklidir (ATM Yearbook, 1994 / 95)

1.3.3.1 Hava Sahası Kısıtlayıcısı

Hava sahasının kapasitesi, kontrolör kapasitesi ve teknik cihazların kapasitesinden soyutlanarak tek başına düşünülmaz. Kapasitenin belirli bir zaman boyutu içinde eldeki sistemin sunabileceği üretime katılma ölçüsü olduğu da dikkate alınacak olursa hava sahası kapasitesi, bu zaman diliminde hava sahasından yararlanabilecek uçak sayısı olur.

Son yıllarda dünya hava trafik sisteminde, hava sahalarındaki tıkanıklıktan doğan ekonomik kayıpların yaklaşık olarak 5 milyar \$/yıl olacağı tahmin edilmektedir. Bu büyük ekonomik kayıpları doğuran hava sahası kapasitesi engeli, EUROCONTROL'e göre, sektörlerdeki hava trafik kontrolörlerinin yoğun işyüktür. Çünkü unutulmalıdır ki her bir yolun ortalama kapasitesi saatte 40 uçaktır. Bu uçakların yaklaşık 400 Knot (200 m/sn)'lık ortalama seyahat hızıyla gittikleri ve aralarındaki ayırma mesafesinin 10 NM (nautical mil) olması halinde herhangi bir yoldan saatte geçebilecek uçak sayısıdır (Whittington, 1995). Bu sayı aynı zamanda her bir hava yolunun teorik kapasitesidir. Fakat hava sahalarındaki hava yolları birbirinden bağımsız yollar değildir. Tek bir bağımsız hava yolu için verilen 40 uçaklık taşıma kapasitesi, hava yollarının birbirine düğüm noktaları ile bağlanmalarından ötürü karışık hale gelmiştir.

Hava trafiğinin emniyetini sürdürmek için uçaklar arasında sürdürülen ayrımlar azaltılmalıdır. Bir sektörün tam dolu olması demek : Trafik akışının belirli bir zaman dilimi için artışı durumunda, aynı dilimde uçakların birbiriyle karşılaşma olasılığının artışı demektir. Aynı zaman diliminde sektöre eğer bir uçak daha girerse yeni bir ayrımla, yeni bir çarpışma ihtimali yaratılıyorsa hava sahasının tam kapasitesine ulaşılmıştır.

Bir görüşe göre, hava sahası kapasite problemi yoktur. Problemtıkanıklıklanlarında en iyi uçuş profillerinin kullanılabilmesindeki zorluktan kaynaklanmaktadır (Whittington, 1995).

O halde önemli olan, hava sahalarının mevcut trafiktalebine en iyi bir şekilde cevap verebilmesi için, talebi doğuran uçak trafiğini tarifelendirilmesinin yani bir sıralama problemi nın, kısıtlayıcılar çerçevesinde çözümüdür.

1.3.3.2 Kontrol İşyükü Kısıtlayıcısı

Kontrol kapasitesi, kontrolör işyükü ve hava sahası sektöründeki trafik akışı arasındaki ilişkisinin hesaplanması için kullanılır. Burada bahsedilen zihinsel veya psikolojik işyükü değildir. Yalnızca hava trafiğinin kontrolünden dolayı gelen iş yüküdür. Radar kontrolörünün iş yükünün belirlenmesi, kontrol kapasitesinin hesaplanması için kullanılan bir tekniktir. Kontrol kapasitesinin bulunabilmesi için birbirine bağlı şu büyüklüklerin bilinmesi gereklidir :

- trafik karakteristiği,
- sektörleme,
- kontrolör ekibi organizasyonu,
- sistemin teknik özellikleri, örneğin otomasyon düzeyi.

1.3.3.3 Teknik Kısıtlayıcılar

Hava sahasının oluşturan ve hava seyrüseferi amacı ile kullanılan teknik cihazların güvenilirlikleri, otomasyon seviyeleri hava sahası kapasitesini doğrudan etkiler. Örneğin VOR yardımıyla yapılmış hava yollarında 10 NM (18 km)'lik genişliğin olması, uçağın iki VOR'ın istenilen radyalleri üzerinde düz bir hat üzerinde gidebileceğindendir. Uçak 10 NMlik derans alanı içerisindedir. Kullanılan radar cihazının, özellikle yüksek engebeli arazilerde belirli irtifaların altındaki bilgileri yansıtmaz olabilir. Bu durum özellikle terminal kontrol alanlarında alçalma veya tırmanma hareketi yapan uçakların hareketlerinin izlenmesi açısından önemlidir.

1.3.3.4 Usul Kısıtlayıcıları

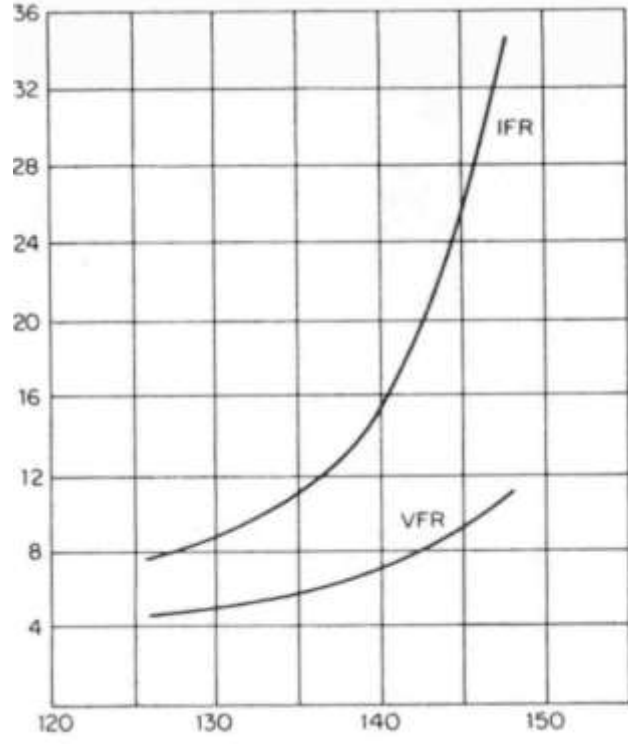
Hava sahasının kullanımı kısıtlayan bir faktör gibi düşünülebilir. Uçaklar arasında olması gereken ; 2000 ft'lik (610 m) düşey ayırma ve ortalama 5 NM'lik uzunlamasına ayırma usul kısıtlayıcılarıdır. Bu ayrımlar radarlı kontrol usulleridir. Radarın olmadığı elle (manuel) yapılan kontrolde bu ayrımların değeri çok daha artmakta ve aynı zamanda kullanılan seyrüsefer cihazlarına göre daha karmaşık hale gelmektedir. Bu ayırma mesafelerinin büyümesi hava sahasının kullanımı azaltan bir faktördür.

1.4 Saatlik Kapasiteyi Etkileyen Faktörler

Genel olarak, havaalanı kapasitesini etkileyen oldukça fazla etken vardır. Genel kapasitenin bağlı olduğu koşullar havaalanı yer bölgesinin düzenlenmesi, uçakların işletildiği ve operasyonların yapıldığı çevreye ve hava trafik kontrolünün yeterliliğidir. Önemli faktörlerden bazıları aşağıdadır :

- 1) Pist sisteminin konfigürasyonu, sayısı, aralıklarındaki mesafe ve yönlendirilmesi,
- 2) Taksi yolu ve pist çıkışlarının konfigürasyonu, sayısı ve yerleşimi,
- 3) Apron alanındaki kapıların düzeni, büyüklüğü ve sayısı,
- 4) Giden(departure) ve gelen(arrival) uçakların pisti işgal süresi,
- 5) Havaalanı tesislerini kullanan uçakların büyüklüğü ve karışımı,
- 6) Hava koşulları (Şekil 1.3), görüş uzaklığı ile iyi ve kötü hava koşullarında hava trafik kurallarının farkları,
- 7) Gürültü kısıtlamalarından dolayı, belli uçakların havaalanını kullanması veya zamanlamalarının ayarlanması,
- 8) Rüzgar durumu,
- 9) Rüzgar ve gürültü kısıtları altında, havaalanı işletmecilerinin almış oldukları kararlar,
- 10) Havaalanına gelen ve giden uçakların oranı,
- 11) Genel havacılık uçaklarının iniş ve kalkış yapma sayısı ve frekansı,
- 12) Büyük ve küçük uçakların arasında bırakılması gereken ayırma mesafesi ve sıklığının ayarlanması,
- 13) Navigasyon hizmetlerinin varlığı ve durumu,
- 14) Geliş ve gidiş yollarını belirlemek,
- 15) Hava trafik kontrol sistemlerinin varlığı ve kapsamı.

Operasyon başına ortalama günlük gecikme, dk



Ortalama pik saat operasyonlar

Şekil 1.3 Hava Koşullarına göre Gecikme.

Bunlar içinde pist kapasitesini etkileyen belki de en önemli faktör, birbirini izleyen uçaklar arasındaki bırakılan ayırma mesafesidir. İki uçak arasında bırakılan ayırma mesafesi, hava ve uçak büyüklüğünü dikkate alan hava trafik kurallarına göre belirlenir.

1.5 Kapasite Yönetimi

Kapasite problemi ile ilgili olarak hava trafik kontrol sisteminde,

- 1) en yüksek emniyeti,
- 2) en yüksek kapasiteyi,
- 3) en düşük maliyeti,
- 4) en yüksek verimliliği

sağlanmayı çalışılır. Fakat varılmak istenen bu amaçlar birbiriyle çelişen amaçlardır. Hava sahası kapasitesinin arttırılmasıyla emniyet faktöründe azalmalar meydana gelir veya maliyetin düşürülmesi için uçuş seviyelerinde yığılmalar olmasıyla yine emniyet faktörü azalır. Emniyet düzeyinin arttırılması ise maliyetleri yükselteceği gibi bu da verimliliği düşürecektir. Sonuçta tüm bu faktörlerin hepsini bir arada en uygun noktada birleştiren çözüm en iyi çözümdür.

Günümüzde hava trafik sistemi kapasitesini artırıcı yönde, dolayısıyla kapasite yönetimine yönelik olarak çok sayıda çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar; hava alanı operasyonlarına, yaklaşma operasyonlarına ve hava sahası operasyonlarına yönelik olarak sınıflandırılabilir.

1.6 Hst Kapasitesi İçin İhtiyaç Duyulan Parametreler

Pistlerin saatlik kapasitelerini belirleyebilmek için, pist kapasitesine etki eden parametrelerin incelenmesi gereklidir. Çünkü uçak ayrılış kuralları VMC ve IMC şartlarında farklıdır. İlk olarak bulut yüksekliği ve görüş uzaklığının belirlenmesi gereklidir. Bulut yüksekliğinin en az 1000 ft ve görüş uzaklığının en az 3 mil olduğu zaman uygulanabilir uçuş şartlarının belirlenmesi gereklidir. Bu durum gelen ve giden uçaklar için görerek uçuş kurallarından kaynaklanmaktadır. Bu kriterle ateli uçuşa rastlanmaz. Böylece pistlerin saatlik kapasiteleri bu şartlara göre (VFR ve IFR) açıkça belirtilmelidir.

Pistler havaalanlarında çeşitli şekillerde kullanılmaktadır. Örnek olarak iki paralel pistin biri gelişler için diğeri ise gidişler için kullanılabilir. Ayrıca bir pist gelişler ve gidişler, diğer bir pist ise sadece gelişler için kullanılabilir. Bu pist kullanımı ile ilgili esaslara, pist kullanımı stratejisi denilmektedir. Bu kullanımı stratejisi hava şartlarına, uçak çeşitlerine ve pistler arasındaki mesafeye bağlıdır. Pist kullanımı stratejisinin ve her strateji için kullanılan zaman yüzdesinin açıkça belirtilmesi gereklidir. Ayrıca pistten yararlanan uçak çeşitlerinin de belirtilmesi gereklidir. Pisti kullanan uçaklar karışımı indeksi ile tanımlanmaktadır. Bu indeks hafif ve ağır uçakların pistteki operasyonlarının seviyesini gösterir. Bu yöntemle göre uçaklar aşağıda tabloda ki gibi sınıflandırılmaktadır.

Tablo 1.1 Uçakların Sınıflandırılması [6].

Uçak Karışım Sınıfı	Uçak Türbülans Sınıfı	Motor Sayısı	Max. Kalış Ağırlığı (lb)
A	Küçük	Tek	12500 ya da az
B	Küçük	Birden Fazla	12500 ya da az
C	Büyük	Birden Fazla	12500 - 300000
D	Ağır	Birden Fazla	300000 ya da fazla

Kaynak : Uusal Havacılık İdaresi.

Karışım indeksi M şu şekilde verilmektedir :

$$M = C + 3 D \quad (1.1)$$

Burada ;

M = Karışım İndeksi

C = Piste kullanan uçak karışımında C sınıfı uçağın yüzdesi

D = Piste kullanan uçak karışımında D sınıfı uçağın yüzdesi

Piste yapılan geliş operasyonlarının yüzdesi de gereklidir. Üç tür operasyon vardır : Geliş, giriş ve belirsiz operasyonlardır. Belirsiz operasyonlar genelde, genel havacılık pilotları tarafından yaklaşma, inme ve havalanma pratiği için yapılmaktadır. Görerek uçuş koşullarında belirsiz operasyonların yüzdesinin bilinmesi gereklidir. Yapılan çalışmalarda Atatürk Havalimanında, karışım indeksi 121'in üstünde bulunmuştur [10].

Küçük havaalanlarında belirsiz operasyonlar tüm operasyonların %30'unu oluşturmaktadır.

2. PİST KAPASİTESİ VE BELİRLEME YÖNTEMLERİ

2.1 Kuyruk Teorisi ne Göre Pist Kapasitesi

Hava trafik tıkanıklığı ABD ve Avrupa’da olağanüstü yaygın bir hale gelmiştir. Büyük ticari havaalanları ; ABD’de en az 12’si ve Avrupa’daki meydanların yarısı dolma noktalarının üzerinde veya yakınında çalışmaktadırlar. Bu önemli problemle ilgili olarak uzun-orta ve kısa vadeli çözümyaklaşımları yapılmaktadır. Uzun vadeli çözüm yaklaşımları yeni havaalanları ve pistlerin yapılması gibi 5 –10 yıllık planlama dönemine sahip yapısal iyileştirmeler gerektirir. Orta vadeli çözüm yaklaşımları 6 ay veya birkaç yıllık planlama dönemine sahip olup ; bazı hava alanlarındaki geçici talep artışlarının karşılanabilmesi için, hava yolu işleticilerinin uçuşlarının sınırlandırılmasına gidilmesi (slot) esasına dayanır. Son olarak kısa vadeli planlama boyutu 12 – 24 saatlik zaman dilimine sahip olup ; en iyi ATC sistemi mevcut kapasite düzeyi ve verilen talebin önlenemez rotalarının maliyetinin en azlanması sağlamak durumundadır. Bunun yapılabilmesi için hava trafiğinin akışı, havaalanı ağı ve farklı ATC bileşenlerinin kapasitesi mümkün olduğunca taleple birleştirilmelidir. Bu durum ise akış – kontrol biriminin görevlerinden olup, ATC – Akış Yönetim Problemi (FMP – ATC – Flow Management Problem) olarak adlandırılır.

Ulusal Havacılık İdaresi 1960 yılında, Airborne Laboratuvarıyla pist kapasitesini tahmin etmek amacıyla matematik model geliştirilmesi için anlaşma yapmıştır. Bu modeller kuyruk teorisiyle ilgilidir. Özellikle iki model üzerinde çalışılmışlardır. Bir hem gelen hem de giden uçaklara servis veren pistlerle ilgili diğeri ise karışık operasyonlarla ilgilidir.

Uçak pistleri özellikle gelen veya giden uçaklar için kullanılmaktadır. Bu model Poisson özelliğine göre; ilk gelen ilk olarak servis görür özelliğine dayanmaktadır. Gelen ve giden uçakların talepleri Poisson dağılımına göre karakterize edilebilir. Karışık operasyonlarda uçak pistlerinin hem iniş hem de kalkış için kullanıldığı durumlarda kullanılan yöntem çok karışıktır. Buna göre yeni bir model

geliştirilmiştir. Bu model de pistlerin kullanımında gelişler gidişlere göre önceliklidir [8].

2.1.1 Gecikmeye Bağlı Olarak Kapasite Matematik Modeli

Kuyruk modelleri, gecikmeye bağlı kapasite analizinde kullanılabilir. Bu tür kuyruk problemleri bilgisayar uygulamaları için bir baz teşkil eder. Genellikle uçaklar planlı bir şekilde kalkış ve iniş saatlerinin belli olduğu düşünülebilir ; ancak, pratikteki uygulamalar bunun böyle olmadığını, uçak kalkış ve iniş saatlerinin rastgele dağıldığını göstermiştir. Genellikle tek kanallı(yalnız kalkış veya iniş) simülasyon modellerinde Poisson dağılımına göre uçakların hareket ettiği kabul edilir. Yalnız gelişler esas alındığında meydana gelen pistlerde ortaya çıkan gecikme süresi aşağıdaki formülle hesaplanabilir [8] :

$$W_a = \frac{\lambda_a(\sigma_a^2 + 1/\mu_a^2)}{2(1 - \lambda_a/\mu_a)} \quad (2.1)$$

W_a = gelen uçağın ortalama gecikmesi (zaman birimi)

λ_a = ortalama geliş oranı (uçak / birim zaman)

μ_a = geliş için ortalama servis oranı (uçak / birim zaman) veya ortalama servis süresinin tersi

σ_a = gelen uçaklar için ortalama servis süresi standart sapması

Benzer model sadece kalkışlar için de kullanılabilir. Bu durumda (2.1) modelindeki sembollerde geliş yerine kalkış terimleri dikkate alınmalıdır. Kalkışlar için :

$$W_d = \frac{\lambda_d(\sigma_d^2 + 1/\mu_d^2)}{2(1 - \lambda_d/\mu_d)} \quad (2.2)$$

W_d = kalkan uçağın ortalama gecikmesi

λ_d = ortalama kalkış oranı

μ_d = kal kış için ortalama servis oranı

σ_d = kal kan uçaklar için ortalama servis süresi standart sapması

Karışık işletme modellerinde (hem kal kış hem de iniş) öncelik gelen uçaklara verilir. Bu nedenle gelen uçaklardan dolayı oluşan gecikmeler (2.1) denklemiyle hesaplanabilir. Bununla birlikte, kal kıştan dolayı oluşan ortalama gecikme aşağıdaki formülle hesaplanır :

$$W_d = \frac{\lambda_d(\sigma_j^2 + j^2)}{2(1 - \lambda_d j)} + \frac{g(\sigma_f^2 + f^2)}{2(1 - \lambda_d f)} \quad (2.3)$$

W_d = kal kan uçağın ortalama gecikmesi (zaman birimi)

λ_d = ortalama geliş oranı (uçak / birim zaman)

λ_d = ortalama kal kış oranı (uçak / birim zaman)

j = iki başarılı kal kış arasındaki ortalama süre

σ_j = iki başarılı kal kış arasındaki ortalama sürenin standart sapması

g = başarılı gelişler arasında oluşan boşlukların ortalama oranı

f = kal kışa izin verilen ortalama oran

σ_f = kal kışa izin verilen ortalama sürelerin standart sapması

Yoğun saatlerde (2.3) denkleminin ikinci kısmının sıfır olması beklenir. (2.1), (2.2) ve (2.3) denklemleri, ortalama kal kış ve gelişlerin ortalama servis oranından küçük olması durumları için geçerlidir.

2.1.2 Kuyruk Modeli İle Gecikme Hesabı İçin Bir Sayısal Örnek

Her bir uçak için ortalama servis süresi 60 sn ve standart sapması 12 saniyedir. Ortalama uçakların geliş oranı 45 uçak / saat dir. Buna göre, bir pist üzerindeki gelen uçakların ortalama gecikme sürelerini hesabı.

Geliş oranı, $\lambda_a = 45$ uçak / saat

Veya $\lambda_a = 0,75$ uçak / dak

Ortalama servis oranı $\mu_a = 1$ uçak / dak

$$W_a = \frac{\lambda_a(\sigma_a^2 + 1/\mu_a^2)}{2(1 - \lambda_a/\mu_a)}$$

Standart sapma $\sigma_a = 12$ saniye = 0,2 dak

(2.1) denkleminde değerler yerine yazılırsa ortalama uçak gecikmesi W_a ;

$$W_a = \frac{45[(12/3600)^2 + 1/60^2]}{2[1 - (45/60)]}$$

$$W_a = 0,026 \text{ saat} = 1,6 \text{ dak/geliş}$$

2.2 Analitik Yöntemler Yardımıyla Kapasite Hesabı

Son yıllarda araştırmacılar, pist kapasitesini hesaplamak için analitik yöntemler geliştirmeye başlamıştır. Bunlardan en basit olanı, aşağıdaki faktörleri dikkate alan iniş aralıkları modeli dir [2]:

- 1) Yaklaşım uzaklığı,
- 2) Uçak hızı,
- 3) Hava trafik kurallarına göre konanın minimum uçak ayırma mesafeleri.

En basit yaklaşım hatasız yaklaşım (error – free approach) modelidir. Bu modelde yapılan kabul, hava kontrolörü tam planlanan zamanda gelen uçağı giriş kapısına yanaştırdığı ve pilotların istenen ayırma mesafelerini ve hızları tam olarak sağlayabildikleri kabul edilir.

Bu tür modellerde iki durumsöz konusudur : Birinci durumda, izleyen uçak önde bulunan uçaktan daha hızlı veya eşit hıza sahiptir (Şekil 2.2) ; ikinci durum ise, öndeki uçağın arkadan izleyen uçağa göre daha hızlı olmasıdır (Şekil 2.1). Harris,

hatasız yaklaşım modeli için minimum ayırma fonksiyonlarını aşağıdaki şekilde belirtmiştir [2] :

$$m(V_2, V_1) = \frac{\delta}{V_2} \rightarrow V_2 \geq V_1 \quad (2.4)$$

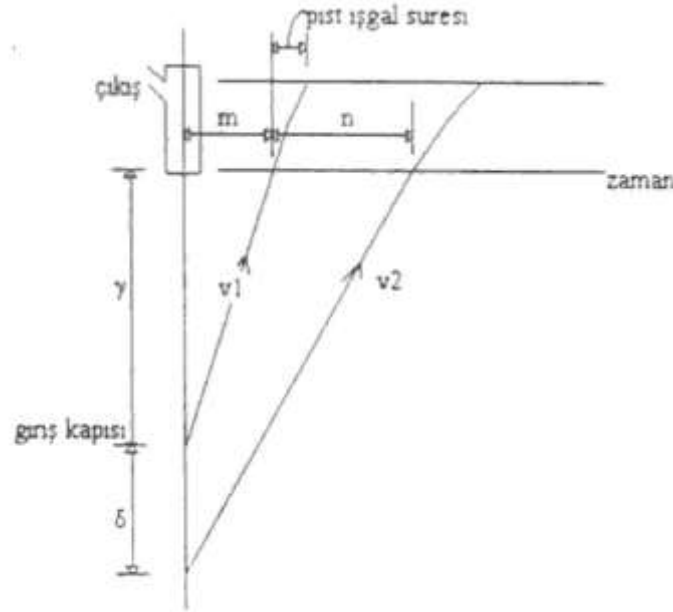
$$m(V_2, V_1) = \frac{\delta}{V_2} + \gamma \left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) \rightarrow V_2 \geq V_1 \quad (2.5)$$

V_1 = izleyen uçağın hızı

γ = yaklaşım yolunun uzunluğu

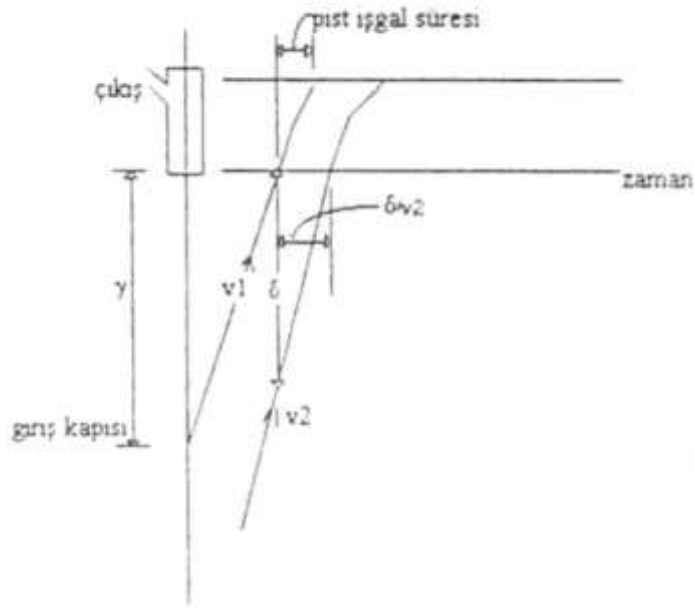
δ = Minimum güvenli ayırma mesafesi

$m(V_2, V_1) = 1$ izleyen 2 uçağı arasındaki hatasız minimum zaman ayırımı



$$m = \frac{\gamma}{V_1}, n = \frac{\delta}{V_2} + \frac{\gamma}{V_2} - \frac{\gamma}{V_1}$$

Şekil 2.1 Öndeki uçağı izleyen uçağa göre hızlı olması durumu.



Şekil 2.2 İzleyen uçağın hızlı olma durumu

Doyma kapasitesini hesaplamak için, değişik uçaklar hızlarına göre gruplandırılır ($V_1, V_2, \dots, V_n$) ve minimum aralık matrisi oluşturulabilir.

Minimum aralık matrisi

$$M = [m(V_i, V_j)] = m_{ij}, i \text{ hız sınıfı için } j \text{ minimum aralık}$$

(2.6)

izleyen hız sınıfı j

Daha sonra karışımındaki uçak sınıflarının yüzdelerinden yararlanarak, olasılıklara geçilir ($p_1, p_2, \dots, p_n$).

Beklenen minimum iniş aralığı (veya ortalama servis süresi) aşağıdaki formülle hesaplanabilir :

$$\bar{m} = \sum_{ij} p_i m_{ij} p_j \quad (2.7)$$

Saatlik doyma kapasitesi, ağırlıklı ortalama servis süresinin tersi olarak alınabilir.

$$C = \frac{1}{m} \quad (2.8)$$

2.2.1 Analitik Yaklaşımlar Yardımıyla Kapasite Hesabı

İçin Sayısal Örnek

Zamanında inişler için nihai pist kapasitesi.

Ortalama yaklaşım uzunluğu $\gamma = 6$ deniz mili ve ayırma mesafesi minimum 3 deniz mili olarak belirlenmiştir. Aşağıda yaklaşım hızı ve yüzdeleri verilen uçaklar için ve tek pistli bir havaalanının hatasız (error – free approach) iniş kabulü ile doyma kapasitesinin hesabı.

Uçak yüzdeleri	Yaklaşım hızı (knots)
20	100
20	120
60	135

Pist işgal sürelerinin, yaklaşım esnasındaki ayırma sürelerinden daha küçük olduğunun ve kapasiteyi etkilemediğinin kabulü yapılsın

(2.4) ve (2.5) nolu eşitliklerden çeşitli hız kombinasyonları için minimum zaman ayırma süresini hesaplamak mümkündür. $V_j = 100$ knots ve $V_i = 120$ knots alınırsa ($V_j \neq V_i$), minimum ayırma zamanı ;

$$m(V_j, V_i) = \frac{\delta}{V_j} = \frac{3}{120} \text{ sa} = 90 \text{ s.}$$

$V_j = 135$ knots, $V_i = 100$ knots için,

$$m(V_j, V_i) = \frac{\delta}{V_j} + \gamma \left(\frac{1}{V_j} - \frac{1}{V_i} \right)$$

$$m(V_j, V_i) = \frac{3}{100} + 6 \left(\frac{1}{100} - \frac{1}{135} \right) = 0.0456 \text{ sa} = 164 \text{ s.}$$

Benzer hesaplamalar yapılarak, Matrisi aşağıdaki gibi oluşturulabilir.

		Öndeki uçağın hızı, V_i			
		100	120	135	olasılık, P_i
Takip	100	108	144	164	0,2
Eden	120	90	90	110	0,2
Uçağın hızı, V_j	135	80	80	80	0,6
Olasılık P_j		0,2	0,2	0,6	

Bu matris, yaklaşım hızlarının her kombinasyonu için minimum zamanı verir.

Bir sonraki adımda (2.7) nolu denklemden her kombinasyon için verilen olasılıklara dayanarak ağırlıklı ortalama zamanı (time separation) hesaplanabilir.

$$\begin{aligned}\bar{m} &= (108 \cdot 0,2 + 90 \cdot 0,2 + 80 \cdot 0,6) \cdot 0,2 + \\ &\quad (144 \cdot 0,2 + 90 \cdot 0,2 + 80 \cdot 0,6) \cdot 0,2 + \\ &\quad (164 \cdot 0,2 + 110 \cdot 0,2 + 80 \cdot 0,6) \cdot 0,6 \\ \bar{m} &= 98,16\end{aligned}$$

Sonuç olarak, doyma kapasitesi denklem (2.8) yardımı ile aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$C = \frac{1}{\bar{m}} = \frac{1}{98,16} = 0,0102 \text{ geliş/sn} = 36,7 \text{ geliş/saat}$$

2.3 Geliştirilmiş Analitik Yaklaşımlar

Daha gerçekçi bir yaklaşım sağlamak için Harris, yaklaşım kapısı (gate approach) ve kapı eşikindeki (gate threshold) uçak iniş aralıklarında oluşan hataları, normal dağılımla göstermiştir. Böyle hataları dikkate alan zaman ayırma bölgelerini içeren doyma kapasite modelleri geliştirilmiştir. Bu tampon süreleri olasılığın bir

fonksiyonudur. Geçme durumunda ($V_2 \geq V_1$) tampon bölgesi (2.9) nolu denklemden bulunabilir [2].

$$b(V_2, V_1) = \sigma_0 q(p_v) \quad (2.9)$$

Burada,

σ_0 = Normal dağılımlı tampon bölgesinin standart sapması

$q(p_v)$ = Kümlatif standart normal dağılım fonksiyonunun değeri ($1 - P_v$)

p_v = Tampon bölgesinin ihmal edilme olasılığı

Açılma (opening) durumunda ($V_2 < V_1$), tampon bölgesi uzunluğu ayırmanın bir fonksiyonudur. Nisbi uçak hızları ise şöyledir.

$$b(V_2, V_1) = \sigma_0 q(p_v) - \delta \left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) \quad (2.10)$$

Bu modelde, V_1 hızı ile gelen öndeki uçak ile V_2 hızı ile takip eden uçak arasındaki minimum zaman aralığı şöyle hesaplanır :

$$\lambda(V_2, V_1) = m(V_2, V_1) + b(V_2, V_1) \quad (2.11)$$

tampon bölge matrisi

$$B = [b(V_i, V_j)] \quad b_{ij}, i \text{ hız sınıfı için} \quad (2.12)$$

izleyen hız sınıfı j

Planlanmış iniş aralıkları matrisi şöyledir :

$$L = M + B \quad (2.13)$$

2.3.1 Geliştirilmiş Analitik Yaklaşım Sayısal Örnek

Yaklaşım hatalarına izin veren doyma pist kapasitesi.

Standart sapması $\sigma_0 = 20$ sn olan bir tampon bölgesine izin verecek şekilde bir önceki örnekteki şartlar için doyma kapasitesinin hesabı. İhlal etme olasılığını $p_v = 0,05$ olarak kabul edersek,

$q(p_v, v)$ yi elde etmek için $q(p_v, v)$ nin normal eğrisi altında kalan alanı gösteren bir istatistik tablosu kullanılır. Tablodan $p_v = 0,05$, $q(p_v, v) = 1,65$ değerleri içindir.

Buffer zone, b_j uzunluklarını çeşitli hız sınıfları için hesaplanır. Örnek olarak (2.9) nolu denklemden, $V_2 = 100$ knots, $V_1 = 100$ knots için,

$$b(V_2, V_1) = \sigma_0 q(p_v) = 20 * 1,65 = 33 \text{ sn}$$

Benzer olarak eşitlik (2.10) denkleminde,

$$V_2 = 100 \text{ knots, } V_1 = 135 \text{ knots için}$$

$$\begin{aligned} b(V_2, V_1) &= \sigma_0 q(p_v) - \delta \left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) \\ &= 20 * 1,65 - 3 \left(\frac{1}{100} - \frac{1}{135} \right) * 3600 = 5 \text{ sn} \end{aligned}$$

Tampon bölgesi matrisi ise,

$$B = \begin{bmatrix} 33 & \dots & 15 & \dots & 5 \\ 33 & \dots & 33 & \dots & 23 \\ 33 & \dots & 33 & \dots & 33 \end{bmatrix}$$

Bu matrisi bir önceki örnekteki M matrisi ile toplarsak, iniş zaman aralıkları matrisi elde edilir.

$$L = \begin{bmatrix} 141 & \dots & 159 & \dots & 169 \\ 123 & \dots & 123 & \dots & 133 \\ 113 & \dots & 113 & \dots & 113 \end{bmatrix}$$

Ağırlıklı ortalama ayırma süresi

$$\begin{aligned}\bar{m} &= (141*0,2 + 123*0,2 + 113*0,6)*0,2 + \\ &\quad (159*0,2 + 123*0,2 + 113*0,6)*0,2 + \\ &\quad (169*0,2 + 123*0,2 + 113*0,6)*0,6 \\ \bar{m} &= 125,88 \text{ sn}\end{aligned}$$

ve doyma kapasitesi,

$$C = \frac{1}{\bar{m}} = \frac{1}{125,88} \text{ geliş/sn} = 28,6 \text{ geliş/saat}$$

olarak bulunur.

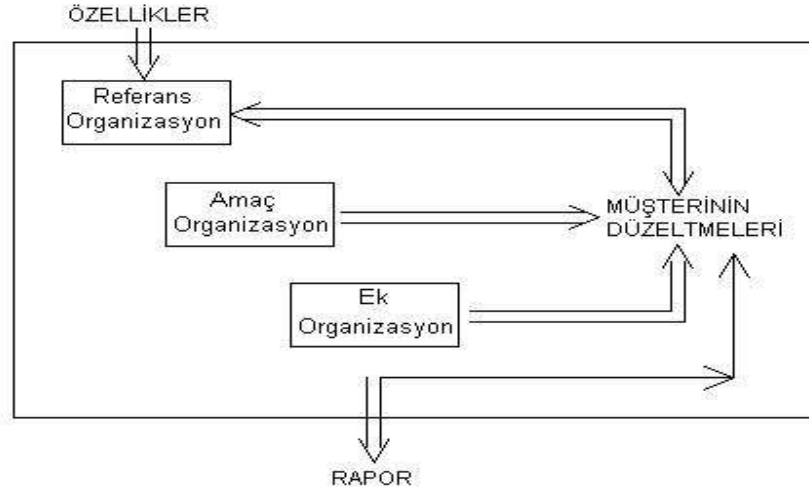
2.4 Benzeti m Modeli ne Göre Hst Kapasitesi

Hava trafik alanında kullanılan benzeti m modelleri uluslararası sivil havacılık teşkilatları tarafından geliştiril miş modellerdir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan modeller aşağıda tanıtıl mıştır [8].

2.4.1 Eurocontrol Hızlandırıl mış - Zamanlı Hava Sahası Modeli (EAM Eurocontrol Airspace Model)

Avrupa hava sahasındaki hava seyrüseferinin emniyeti için kurulmuş olan Eurocontrol, Bretignysur – Orge'daki deney merkezinde, hava sahalarının yeniden organizasyonu veya yeni hava sahalarının oluşturul ması üzerine çalışmalar yapmaktadır.

Eurocontrol, yir m yıldan fazla bir süreden beri, hava sahalarının yeniden düzenlenmesi tekliflerinin etkilerinin incelenmesinde EAMadı verilen bir benzeti m aracını kullanmaktadır. Amacı hava trafik hareketlerinin ölçül mesi sonucunda ATC kontrol ör pozisyonlarının bireysel yüklerini tahmin edilmesi dir (Eurocontrol, 1994). Eurocontrol tarafından yapılan benzeti m çalışmalarında Şekil 2.3 de verilen, EAM a esas dan hava trafik planlama çalışmaları metodolojisi esas alınmaktadır.

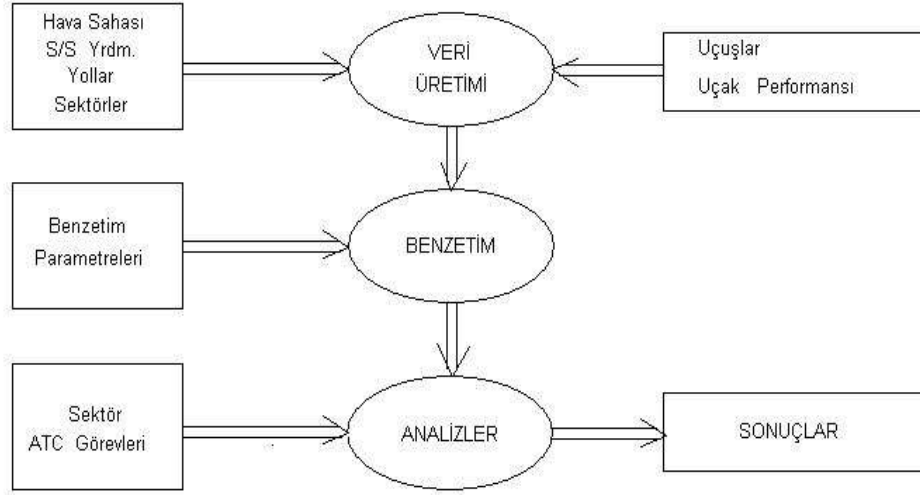


Şekil 2.3 EAMa esas olan hava trafik planlama çalışmaları metodolojisi (Eurocontrol, 1994).

EAMbenzetim çalışmaları nın aşamaları ise şu şekildedir :

- 1) Genel özellikler (amaçlar, ölçü zaman skalası),
- 2) Verilerin toplanması ve senaryoların hazırlanması,
- 3) Test senaryoları,
- 4) Programın çalıştırılması.

Çalışma süresinin uzunluğu, hava sahasının büyüklüğüne (sektör ve merkezlerin sayısı), test edilen senaryoların sayısına, trafik örneklerinin sayısına bağlı olduğu kadar aynı zamanda müşteri tarafından istenilen ayrıntılara da bağlıdır.



Şekil 2.4 EAM'nin yapısı ve fonksiyonları (Eurocontrol, 1994).

EAM tarafından alınan sonuçlar şu şekilde gruplanabilir :

- 1) Her bir sektör ve/veya merkezdeki, mümkün olduğunca her bir yol, seviye bantı, noktadaki trafik yükleri ve tırmanan – alçalan trafiğin sınıflandırılması,
- 2) Merkezlerdeki iş yüklerinin dağılımı ve bireysel çalışma pozisyonları,
- 3) Trafikten dolayı gelen riskler, uçuş seviyesi değişiklikleri, yol ve yer gecikmeleri, kalkış bekleme süreleri.

Her bir senaryo sonucu çıkarılan sonuçların ayrıntıları benzetim çalışma grupları tarafından incelenir ve son benzetim raporu hazırlanır.

2.4.2 SI MMOD Hızlandırılmış Zamanlı Benzetim Modeli

SI MMOD, FAA tarafından hazırlanmış havaalanı ve hava sahası benzetim modelidir. Bu güçlü yazılım sistemi yollardaki hava trafiğinin terminal sahaslarındaki trafiğin, havaalanı ve yer işletiminin çalışmasına yardımcı olur. SI MMOD ile gerçekçi olarak her bir uçağın hareketleri izlenebilir, uçuşun her bir kısmı boyunca olan zaman ve yakıt sarfiyatları ile çarpışmaların çözümü incelenebilir. Bu kabiliyetleri sayesinde hava trafiği hareketinin her bir seviyesinde yapılması amaçlanan değişikliklerin etkileri ayrıntılı olarak incelenebilir.

Tablo 2.1’de SI MMOD ile çalışabilecek konular gruplandırılmış olarak verilmiştir. SI MMOD’un hava sahası mantığı tüm hava yolları üzerindeki uçakların hareketini eş zamanlı olarak yönetir. Hava sahasını oluşturan yollar düğüm ve ayrıtlardan oluşturulmuş bir ağ olarak ele alınır (FAA, 1990). Uçakların hareketi yalnızca, tanımlanmış bu ayrıtlar üzerinde olabilir. Programın getirmiş olduğu en büyük kısıt veya eksiklerden biri, gerçek uçuşlardan farklı olarak, oluşturulmuş yolların dışında uçuşların benzetiminin yapılamamasıdır. Bu da özellikle terminal sahasları çalışmalarını verimsiz hale getirmektedir. Bu durumda düşey ve yanlanmasına ayrımlar da benzetimle kontrol edilememektedir.

Tablo 2.1 SİMMOD inceleme alanı başlıkları, (FAA, 1990).

Hava Alanı Kolaylıkları
• Yeni kolaylıkların etkileri • Teriminin yeniden yerleştirilmesi veya genişletilmesi • Kapıların yeniden yerleştirilmesi
Hava Meydanı Tasarımı ve Usuller
• Terminin yol planlarının yenilenmesi • Pist ve taksi yolu konfigürasyonları • Yeni pist yapılandırması • Hız yolu pist çıkışı • Pist ve taksi yolu bekleme cepleri • Pist doluluk zamanının azaltılması • Paralel yaklaşma • Kesişen yaklaşma • Seyrüsefer yardımcıları yerleri • Apron sahası hareketi • Kuyruk stratejisi ve kalkış kuralları
Hava Sahası Tasarımı ve Usuller
• Ayrılma kurallarının yenilenmesi • Hız ve irtifa kısıtları • Kontrolör taktikleri • Yol ve teriminin hava sahalarının yeniden ayarlanması • Yeni profiller ve uçuş başları • Sektör kapasiteleri
Harekatlar
• Uçak performansı • Hub and spoke hareketler • Trafik talebi ve filo planlanması • Tarifelerinin yenilenmesi • Her saatlerdeki kalkış tarifelerini dağılım • ATC usullerinin yenilenmesi • Genel havacılık ve hava taşıma trafiğinin ayrılması • VFR/ IFR usuller • Farklı hava alanları arasındaki etkileşimler
Diğer
• Gürültü azaltılması usuller • Rüzgar koşulları (hız, yön, tavan ve görüş)

Yol üzerindeki her bir düğüm verilen irtifası ile tanımlanmaktadır, benzetimiyakat sarfiyatını hesaplamak için bu irtifayı kullanır. Çarpışma çözümü için irtifa ayarlanması veya kontrolünün benzetimi yapılamaz, bu ise SİMMOD'un bir eksiği tarafıdır.

2.4.3 Toplam Hava Sahası Ve Hava Alanı Modelleyicisi

(TAAM- Total Airspace and Airport Model)

TAAM benzetim modeli Avustralya Preston Group tarafından geliştirilmiş, hava sahası ve havaalanı işletiminin benzetimi için kullanılan bilgi işlemistasyonuna dayalı bir modeldir (Eurocontrol, 1995).

2.4.4 NASPAC Hızlandırılmış Zamanlı Benzetim Modeli

NASPAC benzetim modeli, MTRE tarafından FAA için geliştirilmiştir. Akış yönetimi ve kapasite çalışmalarını benzetimi için Bilgisayar Destekli Slot Tahsisi (CASA – Computer Assisted Slot Allocation) ile birlikte kullanılır. 24 saatlik zaman dilimleri için, trafiktalebinin sektörlerindeki dağılımının benzetimini oluşturarak, kapasiteye göre oluşacak gecikmeleri belirler (Eurocontrol, 1995).

2.4.5 İşletim Gösterimi Ve Veri Geliştirme Modeli

(ODID - Operational Display and Input Development)

Eurocontrol tarafından hava trafik kontrolörlerinin kağıtsız (stripless) sisteme geçişindeki uyumunu kolaylaştırmak amacıyla geliştirilmiş, DOS işletim sistemi altında çalışabilen, bir yazılımdır. Radarlarda elde edilen görüntü aynen elde edilir. Çalışılmak istenen farklı hava sahası sektörlerinin koordinat olarak veri girişinin yapılabilmesi kolaylığı yapılabilecek senaryo sayısını da artırır. Aynı zamanda sektör içinde seyahat edecek olan uçak tipleri de kolayca veri olarak girilir. Böylece farklı sektörlerde, farklı sayı ve tipteki uçakların hareketi gerçek zamanlı olarak kontrol edilebilir.

2.4.6 Yeniden Düzenlenmiş ATC Matematiksel Benzetimi

(RAMS - Reorganized ATC Mathematical Simulator)

Matematik modellenme çalışmaları ile geliştirilmiş farklı amaçlara sahip modellerin gerçek trafik ortamında sonuçlarının ne olduğunun anlaşılması amacıyla bir de benzetimi yapılabilir. Bu şekilde, model için yapılmış olan birtakım kabullerden dolayı meydana gelen hata ihtimalinin miktarı da belirlenmiş olur. Benzetim sonuçlarının doğruluğu, eldeki trafik istatistiğinin güvenilirliğine bağlıdır.

Sektörlemede çalışmalarında kullanılan gerçek zamanlı benzetimlerde ise kullanılan kontrolörün kapasitesi diğer bir kısıtlayıcı faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

CACI tarafından geliştirilen RAMS adı verilen bu model karmaşık hava yolu yönetimi, çarpışmaların saptanması ve çözülmesi olaylarını kontrolör işyükünü de birleştirerek kullanacaktır (Eurocontrol, 1994).

2.5 Yıllık Servis Hacmi

Yıllık servis hacmi ilk planda kullanılan uçak operasyonlarıyla aynı düzeydedir. Yıllık uçak operasyonları yıllık servis hacmi ne yettiğinde, ortalama gecikme, hızla artacaktır.

Yıllık uçak operasyonları, yıllık servis hacmi ne eşit olursa ortalama gecikme 1 ile 4 dakika arasında olacaktır.

Eğer yıllık uçak operasyonları yıllık servis hacmini aşarsa orta veya şiddetli tıkanıklıklar meydana gelebilir. Bu durum Amerika Birleşik Devletlerinde O'Hare Uluslararası Havaalanlarında ve Atlanta Uluslararası Havaalanlarında meydana gelmiştir.

Uçak gecikmelerinin analizi, yıllık uçak operasyonlarının yıllık servis hacmi ne göre durumu için önemlidir. Bundan dolayı planlamada uçak gecikmeleri dikkate alınmalı, yıllık operasyonların yıllık servis hacminden küçük olması durumu değerlendirilmelidir. Yıllık servis hacmi ASV şu şekilde bulunur :

$$ASV = C_w * H * D \quad (2.14)$$

Burada ;

C_w = Hstin saatlik kapasitesi

H = Saatlik oran ya da en kalabalık aydaki ortalama günlük operasyonların saatlik operasyonlara oranı

D = Günlük oran ya da yıllık operasyonların en kalabalık aydaki ortalama günlük operasyonlara oranı

Saatlik oran H ve günlük oran D talepteki dalgalanmaları belirlemek için kullanılır. Bununla birlikte bu oranların yaklaşık değerleri Amerika Birleşik Devletlerindeki havaalanları için tanımlanabilir ve planların tahmininde kullanılabilir. Bu yaklaşık değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir :

Tablo 2.2 Saatlik Oran (H) ve Günlük Oran (D) Değerleri [6].

Karışım İndeksi	Saatlik Oran (H)	Günlük Oran (D)
0 - 20	7 - 11	280 - 310
21 - 50	10 - 13	300 - 320
51 - 180	11 - 15	310 - 350

2.5.1 Yıllık Servis Hacmi Ve Gecikme İçin Tahmin Yöntemleri

Tahmin yöntemleri, yıllık servis hacmini ve pist yerleşimleri için ortalama uçak gecikmelerini belirleyebilmek için kullanılmaktadır.

Bu yöntemler sonuç için şunları gözönünde bulundurmaktadır :

- 1) VFR ve IFR koşullarında pistlerin saatlik kapasiteleri,
- 2) Pistlerin yıllık servis hacmi,
- 3) Pistlerde ortalama yıllık gecikme.

Pist yerleşimlerinin saatlik kapasiteleri ve yıllık servis hacmi Tablo 2.3'de verilmiştir.

Tablo 2.3. Saatlik ve Yıllık Kapasitenin Ön Tahmini [1].

Pist Düzenlemesi	Karışım İndeksi (C+3D)	Saatlik Kapasite operasyon / yıl	Servis Hacmi op / yıl
A	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	98 74 63 55 51	230,000 195,000 205,000 210,000 240,000
B	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	197 145 121 105 94	355,000 275,000 260,000 285,000 340,000
C	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	197 149 126 111 103	370,000 320,000 305,000 315,000 370,000
D	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	205 219 184 161 146	385,000 310,000 290,000 315,000 385,000
E	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	394 290 242 210 189	715,000 550,000 515,000 565,000 675,000
F	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	98 77 77 76 72	230,000 200,000 215,000 225,000 265,000
G	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	150 104 85 77 73	270,000 225,000 220,000 225,000 285,000
H	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	132 99 82 77 73	260,000 230,000 215,000 225,000 265,000
I	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	150 108 85 77 73	270,000 225,000 230,000 225,000 265,000
J	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	132 99 82 77 73	260,000 230,000 215,000 225,000 265,000
K	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	197 145 121 105 94	355,000 275,000 260,000 285,000 340,000
L	0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	197 149 126 111 103	370,000 320,000 305,000 315,000 370,000

Gecikmeleri belirleyebilmek için pistteki saatlik kapasitelerin her pist yerleşimi için saatlik kapasitenin ve her pist yerleşiminin zamanın yüzde kaçında kullanıldığının tahmin edilmesi gereklidir. Bunlar günlük, birkaç günlük, aylık ya da yıllık olarak yapılabilir.

Havaalanlarındaki yıllık gecikmeleri belirleyebilmek için Uusal Havacılık İdaresi bir bilgisayar programı geliştirmiştir. Bu program ortalama uçak gecikmelerini pist yerleşimine ve hava koşullarına göre günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak derleyebilmektedir.

Yıllık servis hacmi ortalama gecikmeyle ilgilidir. Belki de son birkaç yılda, havaalanlarındaki gecikmenin belirlenmesiyle ilgili en önemli gelişme simülasyon modelidir (SI MMOD). Bu model daha önceki konularda da anlatıldığı gibi gecikmenin belirlenmesinde çok güçlüdür.

SI MMOD uçuşlar için detaylı raporlar meydana getirmektedir. Ayrıca bu model çeşitli pist yerleşimlerinde geliş, gidiş ve toplam operasyonlar için gecikmeleri derleyerek raporlar hazırlamaktadır. Bu raporlar çizelge haline de getirilmektedir.

2.6 Kapasite Problemine Yaklaşım Yöntemlerinin Değerlendirilmesi

Kuyruk ve analitik yöntemlerle kapasite ve gecikme analizi yapılabilir. Modellerin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için, gerçek havaalanı verileri ile karşılaştırmak gerekir. Ancak, gerçek veriler bulunmadığı için, karşılaştırmaya şansı bulunmamıştır.

Havaalanlarında özellikle gecikmeler artmaya başladığında hem havaalanında talep düşecek, hem de işletme maliyetinde önemli oranda artışlar oluşacaktır. Bu nedenle, havaalanlarında düzenli olarak veriler toplanmalı ve değerlendirilmelidir.

Bütün modellerde havaalanlarındaki tıkanıklıkların çözülmesi gibi bir ortak nokta vardır. Çünkü ABD’de hava trafik sistemindeki ana problem havaalanı tıkanıklıkları ve dolayısıyla yer bekleme maliyetlerinin iyileştirilmesidir. Oysa Avrupa hava trafiğinin problemi hava sahası tıkanıklığıdır. Avrupa hava sahasının ülke sayısının fazlalığı nedeniyle bir bütünlük oluşturmaması ve teknoloji farklılıkları hava sahası tıkanıklığındaki önemli faktörlerdendir. Çözümün tek

merkezli yönetimi olması gerçeğinden hareketle EUROCONTROL merkezi kurulmuş ve ortak bir hava sahasının en iyi kontrolü için çeşitli çalışma grupları oluşturulmuştur. EUROCONTROL bu amaçla EAM ve RAMS benzetim modellerini geliştirmiştir.

Bunların dışında matematiksel modele dayalı olarak yapılan çalışmalar en iyi uçuş yörüngelerinin bulunmasına yöneliktir. Bunlar genel olarak planlama problemleri içinde değerlendirilmiştir. Örneğin Ratcliffe'nin 1979 yılında yayınladığı “Uçak Yörüngelerinin Tahmini” isimli çalışma farklı tipte trafiğe sahip farklı hava sahalarında, hava trafik kontrolörlerini talimatları ile uçakların en kötü koşullardaki davranışlarının tahminine yöneliktir. Günümüzde ATC radarlarında kısmen kullanılan çarpışma tahmini (conflict prediction) denilen ve uçakların izledikleri yörüngelerin ne zaman çakışacağına önceden tahmin edilerek kontrolörün uyarılmasını amaçlayan bir çalışmadır. Trafik akışında çevrimiçi uygulama alanını oluşturmaktadır.

Hava sahası ve havaalanı problemlerinin çözümünde kullanılan benzetim modellerinden en yaygın olanı FAA tarafından geliştirilmiş olan SIMMOD benzetim modelidir. Çerek hava sahasının yeniden yapılandırılması, gerekse de beklemelerden doğan yakıt maliyetlerinin bulunması için uçuş ortamını gerçeğe en yakın hale getirmek mümkündür. Çalışma prensibi uçakların bir ağ üzerinde önceden tanımlanmış belirli stratejilere göre hizmet almalarıdır. Modelde kullanılan strateji sonucunda oluşan gecikmeleri ve yakıt sarfiyatlarını bulmak mümkündür.

Çevrimiçi kontrole yönelik çalışmalar kısmen uygulamaya konmuştur, fakat tam güvenilir değildir. Bu konuda gerçek zamanlı benzetim çalışmaları EUROCONTROL tarafından da sürdürülmektedir. Fakat otomasyona geçişte asıl önemli kısım oluşturacak çevrim dışı kontrol çalışmalarında eksiklikler çoktur. Çevrim dışı kontrolün yakın zamanlara kadar gelişemesinin nedeni 4 – D teçhizata sahip uçakların sayısının azlığı ve tarifersiz (bireysel) uçuş sayısının fazlalığıdır. Bu nedenle Avrupa’da sezonluk turist taşıma yönelik (charter) seferleri de tarifeye bağlanarak çevrim dışı kontrolün etkinliğinin artırılması sağlanmıştır. Sonuç olarak çevrim dışı kontrole yönelik bir tarifelendirme yönteminin geliştirilmesi akış yönetimi alanında büyük bir eksikliği giderecektir.

3. İSTANBUL ATATÜRK HAVALİMANI'NIN GELİŞİMİ VE SORUNLARI

3.1 Atatürk Havalimanı Hakkında Genel Bilgiler

Türkiye’de ilk defa 1912 yılında sivil hava ulaşımının başlatıldığı Yeşilköy Havaalanı, 1953 yılında da uluslararası hava trafiğine açılarak ülkemizin dış dünyadaki ilk kapısı olmuştur. Yeşilköy Havalimanının adı 1985 yılında Atatürk Havalimanı olarak değiştirilmiştir.

Atatürk Havalimanı, Uluslararası Havacılık Teşkilatının yaptığı sınıflandırmaya göre CAT II (kategori II) niteliklerine sahip olup, meteorolojik koşulların zorluğuna rağmen uçak iniş – kalkışına imkan verebilecek düzeydedir.

Atatürk Havalimanında meydan kontrol ve yaklaşma kontrolü olarak sağlanan Hava Trafik Kontrol Hizmetleri, uluslararası seferlere açık diğer limanlarımız gibi radar ile sağlanmaktadır.

Toplam 9.470.554 m²’lik kurulu alanı bulunan ve 60.686 m²’lik iç hatlar terminali, 175.496 m²’lik (G diş : 51.764 m², Geliş : 53.932 m², Servis : 48.600 m², Asma : 21.200 m²) dış hat terminali olarak iki ayrı yapı altında organize edilen liman, terminal binası toplam 236.182 m² olup, ülkemiz hava meydanlarından en büyüğünü teşkil etmektedir.

Atatürk Havalimanı iç hat ve dış hatlar dahil olmak üzere 203.000 m²’lik bir alana ve 13 otopark giriş noktasına sahip olup toplam 7076 araç kapasiteli katlı otopark mevcuttur.

Atatürk Havalimanı ülkemizin gerek yolcu gerekse uçak trafiği açısından taşıdığı büyüklüğünün yanı sıra diğer özelliklerle de ilgi çekmektedir. Örneğin limanın 2001 yılı elektrik tüketimi 32.014.565 KW/ saat’tir. Diğer yıllara ait elektrik sarfiyatları da Tablo 3.1 de görülmektedir.

Tablo 3.1 Son 7 yıllık elektrik sarfiyatı değerleri.

YILLAR	KW/ SAAT
2001	32.014.565
2000	33.182.490
1999	47.368.962
1998	46.773.971
1997	42.035.373
1996	41.424.207
1995	34.027.568

Elektrik sarfiyatlarının 1999 yılından sonra düşüşünün nedeni yeni açılmış olan dış hatlar terminalinin elektrik sarfiyatlarının çıkarılmış olmasıdır. Çünkü bu tüketim değerleri DHM bünyesinden çıkartılıp TAV bünyesine geçmiştir.

İç hat ve dış hat da, açılacak diğer uçak park yerleri ile birlikte toplam 89 tane uçaklık park yeri vardır. Yıllık yolcu kapasitesi 20.000.000 kişi ve yıllık uçak kapasitesi 350.400'dür. 2001 yılı pik saat uçak trafiği ortalama 45 operasyon/ saat ve pik gün uçak trafiği ise ortalama 520 operasyon/ gün'dür.

3.2 Atatürk Havalimanının Özellikleri

Atatürk havalimanı, İstanbul'un Avrupa yakasında, 40°58'36" kuzey ve 28°48'55" doğu koordinatlarında, şehir merkezine 24 km uzaklıkta ve denizden 48,1 m yüksekliktedir.

Mevcut Atyapı ve Üstyapı Tesisleri ;

Mevcut durumda iki pist (runway) kullanılmaktadır :

- 06 – 24 pisti ; kuzeydoğu – güneybatı yönünde 2300×60 m strip 2420×150 m boyutlarındadır.
- 18 – 36 pisti ; kuzey – güney yönünde ve 3000×45 m strip 3120×300 m boyutlarındadır.

Pist kaplaması beton olup, mukavemeti PCN-100'dür.

Ayrıca uçak doluşım yolu (taksi yolu) ve apron sahaları vardır. Apron boyutları 195×830, 290×45, 394×50 ve 270×28 m'dir. Kaplaması beton, mukavemeti PCN-100 ve uçak kapasitesi 85'dir.

Doluşım yolunun boyutu 1547×23, kaplaması beton ve mukavemeti PCN-100'dür.

Havalimanında teknik blok, idari binalar, iç hatlar terminali, dış hatlar terminali, charter ve kargo terminalleri ile hangar ve çeşitli trafik yardımcı cihazları bulunmaktadır. Araçlar için ise yollar ve otoparklar mevcuttur. Şuan için (yeni paralel pist açılmadan önce) kullanılan çıkış taksi yolları adedi aşağıdaki gibidir :

18/36 pistinde 8 tane çıkış taksi yolu vardır.

06/24 pistinde 4 tane çıkış taksi yolu vardır.

Pistlerin, terminal binasının ve diğer havaalanı elemanlarının yerleşimi, İstanbul Atatürk Havalimanının Genel Yerleşme Planı, EkA'da görülmektedir.

3.3 Atatürk Havalimanının Mevcut Durumuna İlişkin İstatistiksel Bilgiler

3.3.1 Atatürk Havalimanı Yolcu Trafiği

Atatürk Havalimanı yolcu trafiği 2001 yılı itibari ile 14.375.879 dur. Tablo 3.3'de 1992 – 2002 yılları arasındaki yolcu trafiğinin dağılımı görülmektedir. Bu tablodan anlaşılabileceği üzere yolcu sayıları her yıl artmaktadır. 1997 yılından sonra da yolcu ve uçak trafiğinde bir düşüş görülmektedir.

Tablo 3.4'de ise 1998 – 2002 yılları yolcu trafiğinin aylara göre dağılımı görülmektedir. Bu tablodan da, 2001 yılında en yoğun ayların Temmuz ve Ağustos ayları olduğu görülmektedir.

3.3.2 Atatürk Havalimanı Uçak Trafiği

Atatürk Havalimanı uçak trafiği kapasitesi 1995 yılı itibari ile 350.400 uçak/yıl olarak verilmektedir. 2001 yılındaki kullanım ise 160.894 uçak/yıl olduğu için bir darboğaz yaşanmadığı ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3.3’de de 1992 – 2002 yılları arasındaki uçak trafiği dağılımı görülmektedir. Ayrıca 10 yıllık bir duruma bakıldığında en yoğun olarak uçak trafiğinin 1997 – 1998 yılları arasında yaşandığı görülmektedir.

Tablo 3.2’de de 1998 – 2002 yılları uçak trafiğinin aylara göre dağılımı verilmiştir. Uçak trafiğinde de en yoğun ayların Temmuz ve Ağustos ayları olduğu açıkça görülmektedir.

Tablo 3.2 1998 – 2002 Yılları Uçak Trafiklerinin Aylara göre Dağılımı [9].

UÇAK TOPLAM

AYLAR	1998	1999	2000	2001	2002
OCAK	13.826	13.100	12.450	12.736	11.034
ŞUBAT	12.938	12.074	12.421	11.727	11.334
MART	14.965	14.127	14.404	13.607	
NİSAN	16.074	14.439	13.851	13.801	
MAYIS	15.895	14.603	15.010	14.045	
HAZ	16.077	14.861	15.134	14.133	
TEM	17.309	16.430	16.097	14.892	
AĞU	18.260	17.903	16.284	15.499	
EYLÜL	15.979	15.655	14.792	13.825	
EKİM	15.836	15.009	14.784	13.695	
KASIM	14.148	14.539	13.547	11.975	
ARALIK	13.483	13.375	12.944	10.959	
TOP.	184.243	184.790	176.115	160.894	22.368

Tablo 3.3 Yolcu ve Uçak Trafiklerinin 1992 – 2002 Yılları Arasındaki Dağılım [9].

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002 (oc-şb)
UÇAK TOPLAM	82.206	139.771	150.627	158.630	173.422	184.243	184.790	176.115	171.718	160.894	22.368
YOLCU TOPLAM	5.204.605	9.396.230	10.106.823	12.004.647	13.394.666	14.613.014	14.392.199	12.912.646	14.645.205	14.375.879	1.356.037
İÇ HAT UÇAK	34.225	56.924	56.557	58.529	61.677	68.951	74.870	70.200	67.417	57.514	7.711
DIŞ HAT UÇAK	47.981	82.847	94.070	101.101	111.745	115.292	109.920	105.058	104.301	103.380	14.657
DIŞ HAT (GELEN)	1.768.107	3.193.837	3.390.995	4.031.659	4.495.676	4.880.797	4.539.392	3.961.233	4.614.487	4.480.922	482.170
DIŞ HAT (GİDEN)	1.866.205	3.327.355	3.456.288	4.068.612	4.459.115	4.953.089	4.642.687	4.005.246	4.848.705	4.346.810	521.856
TRANSİT (DIŞ)										948.644	144.032
İÇ HAT (GELEN)	743.510	1.422.998	1.584.459	1.876.335	2.059.647	2.364.503	2.520.935	2.728.606	2.529.130	1.974.605	182.467
İÇ HAT (GİDEN)	826.783	1.452.040	1.675.081	2.028.041	2.079.723	2.414.625	2.606.390	2.227.551	2.652.883	1.799.094	169.544
TRANSİT (İÇ)										1.018.541	137.529

Atatürk Havalimanında 2000 yılındaki uçak trafiği 171.718 operasyon/yıl, yolcu sayısı 14.645.205 olup, 2001 yılındaki uçak trafiği 160.894 operasyon/yıl, yolcu sayısı 14.375.879 yolcu/yıl'dır.

Atatürk Havalimanında 2001 yılı içindeki Pk Gün itibari ile yapılan uçak trafiği ölçümlerinde en fazla 547 operasyon/gün, Pk Saat itibari ile de yapılan uçak trafiği ölçümleri 53 operasyon/saat olarak elde edilmiştir. 2001 yılı için tümpik gün ve pik

saat değerleri Tablo 3.6 ve Tablo 3.7 de g r l mektedir. Aynı zamanda 2000 yılı için de tüm pik gün ve pik saat değerleri Tablo 3.8 ve 3.9 da veril miştir.

Tablo 3.4 1998 – 2002 Yılları Y lcu Trafiki ğinin Aylara Göre Dağılımı [9].

YOLCU TOPLAM

AYLAR	1998	1999	2000	2001	2002
OCAK	899.398	923.450	903.870	1.162.839	783.031
ŞUBAT	949.505	865.870	928.512	1.096.955	854.567
MART	1.024.781	1.025.004	1.159.266	1.298.246	
NİSAN	1.279.571	1.012.642	1.147.763	1.156.366	
MAYIS	1.190.329	989.648	1.198.725	1.294.488	
HAZ	1.244.353	1.092.402	1.315.183	1.380.596	
TEM	1.489.432	1.424.573	1.538.964	1.646.204	
A�U	1.638.779	1.509.701	1.626.263	1.505.217	
EYLÜL	1.335.249	1.178.838	1.317.397	1.308.911	
EKİ M	1.235.448	1.087.608	1.328.122	1.059.892	
KASI M	1.040.643	955.812	1.137.830	836.113	
ARALI K	1.064.711	847.098	1.043.310	822.789	
TOP.	14.392.199	12.912.646	14.645.205	14.568.616	1.637.598

3.3.3 Atatürk Havalimanı Yük Trafik

Tablo 3.5’de 1996 – 2000 yılları arasındaki iç hat, dış hat ve toplam olarak yük trafiği verilmiştir.

Tablo 3.5 İç hat – Dış hat Toplam Yük Trafik [9].

YILLAR	İÇ HAT	DİŞ HAT	TOPLAM
1996	182.476	470.089	652.565
1997	212.000	579.780	791.780
1998	209.488	516.422	725.910
1999	217.556	468.458	686.014
2000	226.356	570.271	796.627
00 / 99 (%)	4.04	21.73	16.12

Tablo 3.6 2001 Yılı Hk GÜN Uçak Trafiği [9].

AY	Pİ K GÜN	İNEN	KALKAN	TOPLAM
OCAK	01. 01. 2001	269	277	546
ŞUBAT	08. 02. 2001	185	310	495
MART	29. 03. 2001	265	271	536
Nİ SAN	26. 04. 2001	269	278	547
MAYI S	24. 05. 2001	257	254	511
HAZİ RAN	14. 06. 2001	272	266	538
TE MMUZ	26. 07. 2001	273	269	542
AĞUSTOS	30. 08. 2001	270	279	549
EYLÜL	03. 09. 2001	188	337	525
EKİ M	11. 10. 2001	253	254	507
KASI M	01. 11. 2001	262	262	524
ARALI K	20. 12. 2001	220	220	440
TOPLAM		2983	3277	6260

Tablo 3.7 2001 Yılı Hk Saat Uçak Trafik [9].

AY	Pİ K SAAT GÜN	SAAT	İNEN	KALKAN	TOPLAM
OCAK	01.01.2001	13:00-14:00	18	21	39
ŞUBAT	27.02.2001	07:00-08:00	9	33	42
MART	13.03.2001	07:00-08:00	16	33	49
Nİ SAN	26.04.2001	11:00-12:00	23	23	46
MAYI S	24.05.2001	11:00-12:00	17	18	35
HAZİ RAN	07.06.2001	06:00-07:00	12	28	40
TE MMUZ	30.07.2001	06:00-07:00	13	26	39
AĞUSTOS	26.08.2001	19:00-20:00	17	27	44
EYLÜL	03.09.2001	12:00-13:00	22	21	43
EKİ M	18.10.2001	12:00-13:00	26	27	53
KASI M	01.11.2001	13:00-14:00	29	24	53
ARALI K	20.12.2001	12:00-13:00	10	25	35
TOPLAM			212	306	518

Tablo 3.8 2000 Yılı Hk GÜN Uçak Trafiği [9].

AY	Pİ K GÜN	İNEN	KALKAN	TOPLAM
OCAK	06. 01. 2000	229	231	460
ŞUBAT	17. 02. 2000	255	261	516
MART	19. 03. 2000	198	401	599
Nİ SAN	06. 04. 2000	265	265	530
MAYI S	18. 05. 2000	335	316	651
HAZİ RAN	30. 06. 2000	296	289	585
TE MMUZ	27. 07. 2000	280	299	579
AĞUSTOS	31. 08. 2000	286	292	578
EYLÜL	01. 09. 2000	240	290	530
EKİ M	26. 10. 2000	203	348	551
KASI M	23. 11. 2000	245	255	500
ARALI K	14. 12. 2000	241	242	483
TOPLAM		3073	3489	6562

Tablo 3.9 2000 Yılı Hk Saat Uçak Trafiği [9].

AY	Pİ K SAAT GÜN	SAAT	İNEN	KALKAN	TOPLAM
OCAK	06.01.2000	10:00-11:00	12	21	33
ŞUBAT	17.02.2000	13:00-14:00	28	26	54
MART	19.03.2000	14:00-15:00	15	25	40
Nİ SAN	06.04.2000	12:00-13:00	15	26	41
MAYI S	18.05.2000	13:00-14:00	23	22	45
HAZİ RAN	30.06.2000	06:00-07:00	14	28	42
TE MMUZ	27.07.2000	08:00-09:00	22	18	40
AĞUSTOS	31.08.2000	08:00-09:00	19	19	38
EYLÜL	01.09.2000	06:00-07:00	24	15	39
EKİ M	26.10.2000	12:00-13:00	20	23	43
KASI M	23.11.2000	11:00-12:00	25	18	43
ARALI K	14.12.2000	09:00-10:00	26	18	44
TOPLAM			243	259	502

4. ATATÜRK HAVALİMANI ÜÇÜNCÜ PİSTİNİN KAPASİTEYE KATKISININ DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1 Giriş

Bu konuda, Atatürk Havalimanından alınan verilere dayanarak 2. Bölümde anlatılan Kuyruk Modeli ile uçakların ortalama gecikme hesabı ve Analitik Yaklaşımlar Yardımıyla doyma kapasitesi hesabı yapılmıştır.

4.2 Kuyruk Modeline Göre Uçakların Ortalama Gecikme Sürelerinin Hesabı

Atatürk Havalimanında; Her bir uçağın ortalama servis süresi 2 dakika ve standart sapması 30 saniyedir. Ortalama uçakların geliş oranı 25 uçak / saat dir. Buna göre, bir pist üzerindeki gelen uçakların ortalama gecikme sürelerinin hesabı,

W_a = gelen uçağın ortalama gecikmesi (zaman birimi)

λ_a = ortalama geliş oranı (uçak / birim zaman)

μ_a = geliş için ortalama servis oranı (uçak / birim zaman) veya ortalama servis süresinin tersi

σ_a = gelen uçaklar için ortalama servis süresi standart sapması

Ortalama geliş oranı, $\lambda_a = 25$ uçak / saat

Veya $\lambda_a = 0,42$ uçak / dak

Ortalama servis oranı $\mu_a = 0,5$ uçak / dak = 30 uçak / saat

$$W_a = \frac{\lambda_a(\sigma_a^2 + 1/\mu_a^2)}{2(1 - \lambda_a/\mu_a)}$$

Standart sapma $\sigma_a = 30$ sn = 0,5 dak

(2.1) denkleminde değerler yerine yazılırsa ortalama uçak gecikmesi W_a ;

$$W_a = \frac{25[(30/3600)^2 + (1/30^2)]}{2[1 - (25/30)]}$$

$$W_a = 0,088 \text{ saat} = 5,2 \text{ dak./geliş}$$

Bu değer, Atatürk Havaalanından alınan sonuçlarla karşılaştırıldığında uygun olarak görüldüğü anlaşılmıştır.

4.3 Analitik Yaklaşımlar Yardımıyla Doyma Kapasitesi Hesabı

Atatürk Havalimanında ; Uçakların ortalama yaklaşım uzunluğu $\gamma = 8$ deniz mili ve ayırma mesafesi minimum 5 deniz mil olarak belirtilmiştir. Aşağıda yaklaşım hızı ve yüzdeleri verilen uçaklar için havaalanının hatasız (error – free approach) iniş kabulü ile doyma kapasitesinin hesabı.

Uçak yüzdeleri	Yaklaşım hızı (knots)
10	100
15	120
75	130

Pist işgal sürelerinin, yaklaşım esnasındaki ayırma sürelerinden daha küçük olduğunun ve kapasiteyi etkilemediğinin kabulü yapılsın

(2.4) ve (2.5) nolu eşitliklerden çeşitli hız kombinasyonları için minimum zaman ayırma süresini hesaplamak mümkündür. $V_i = 100$ knots ve $V_j = 120$ knots alınırsa ($V_j \neq V_i$), minimum ayırma zamanı ;

$$m(V_j, V_i) = \frac{\delta}{V_j} = \frac{5}{120} \text{ sa} = 150 \text{ sn}$$

$V_i = 130$ knots , $V_j = 100$ knots için,

$$m(V_j, V_i) = \frac{\delta}{V_j} + \gamma \left(\frac{1}{V_j} - \frac{1}{V_i} \right)$$

$$m(V_j, V_i) = \frac{5}{100} + 8 \left(\frac{1}{100} - \frac{1}{130} \right) = 246 \text{ sn}$$

Benzer hesaplamalar yapılarak, Matrisi aşağıdaki gibi oluşturulabilir.

		Öndeki uçağın hızı, V_i			
		100	120	135	olasılık, P_i
Takip	100	180	228	246	0,1
Eden	120	150	150	168	0,15
Uçağın hızı, V_j	130	133	133	133	0,75
Olasılık P_j		0,1	0,15	0,75	

Bu matris, yaklaşık hızlarının her kombinasyonu için minimum zaman ayırımı verir.

Bir sonraki adımda (2.7) nolu denklemden her kombinasyon için verilen olasılıklara dayanarak ağırlıklı ortalama zaman ayırımı (time separation) hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} \bar{m} &= (180*0,1 + 150*0,15 + 133*0,75)*0,1 + \\ &\quad (228*0,1 + 150*0,15 + 133*0,75)*0,15 + \\ &\quad (246*0,1 + 168*0,15 + 133*0,75)*0,75 \\ \bar{m} &= 147,945 \end{aligned}$$

Sonuç olarak, doyma kapasitesi denklem(2.8) yardımı ile aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$C = \frac{1}{\bar{m}} = \frac{1}{147,945} = 0,00675 \text{ geliş/sn} = 24,3 \text{ geliş/saat}$$

Bu yöntemle göre de Atatürk Havalimanından alınan bilgilere göre doyma kapasitesinin değeri 25 geliş / saat olarak alınmıştır. Zaten bu veri bir önceki metot da kullanılmıştı.

5. ATATÜRK HAVALİ MANI NDA ÜÇÜNCÜ PİSTİN ROLÜ

5.1 Hstleri n Tam m

5.1.1 06/ 24 Hsti

2300 m boyunda 60 m genişliğinde olan bu pistin boyunun kısa ol ması, haki m rüzgar yönünde ol ması gibi nedenlerle büyük boyutlu (B– 747, A– 340) uçaklar tarafından özellikle kışta kullanıl maktadır. 1994, 95, 96 yıllarında özellikle yağışlı havalarda meydana gelen pistten uçak çık maları ve kaza kır mlar nedeniyle yağışlı havalarda kullanıl ması pilotlar tarafından da arzu edil mektedir. Ayrıca Ataköy yönüne yapılan kalkış ve inişlerde gürültü nedeniyle büyük şikayet olmaktadır. Bu pistin uzatıl ması için 1996 yılında çalışmalar yapılmış ancak yeni bir pistin maliyetinden fazla bulunduğu için gerçekleştirile meştir. Kısaca bu pist boyunun kısalığı ve haki m rüzgar sebebiyle tercih edil mekte, ikincil pist olarak özellikle denizden inişlerde kullanıl maktadır.

5.1.2 18/ 36 Hsti

3000 m boyunda 45 m genişliğinde 1972 yılında bitirilip 1975 yılında gündüz ve gece trafiğine açılmıştır. 26 yıldır Havalı namının trafiğinin büyük bölümü bu pistte gerçekleş mektedir.

Dünya standartlarına göre bir pistin ortalama ekonomik ömrü 30 yıldır. Trafik sayısı ve uçak ağırlığı arttıkça bu süre oransal olarak azalmaktadır. Diğer bir ifade ile 26 yıldır ağır hizmet veren bu pistin önümüzdeki aylarda onarım ihtiyacı artacağından hizmette ol ma süresi düşecektir.

5.2 18R/ 36L (18/ 36'ya Paralel Yeni Hst) Hstleri n Gereksinim Nedeni

Ülkemizin en önemli ve İstanbul gibi bir metropolün hava ulaşımında tek alternatif Havalı namı olan Atatürk Havalı namında uygulanan projeler ile temel kapasiteleri artırılmış, kara tarafındaki kapasite arzında önemli artışlar olmuştur. Buna paralel olarak hava tarafında PAT (Pist, Apron, Taksi yolu) sahalarında yeni projelere gerek

duyulmuştur. Zira bugünün için en önemli problemli olan hava tarafındaki kapasiteyi idare ettirmek ve de arttırmaktır. Aynı dönemde 06 / 24 pistinin uzatılması düşünülmüş ancak maliyet ve ekonomik tercihler nedeniyle paralel pistin yapılması tercih edilmiştir [3].

- Mevcut 2 pistten birinin bakım onarım, lastik izi temizleme, karla ve otlarla mücadele, aydınlatma sistemleri, ILS sistemi bakım, boyama gibi nedenlerle kapatılması durumunda kapasitede düşme önlenecektir.

Bir pistin yaklaşma kategorisi yükseldiğinde yukarıda belirtilen işletme hizmetlerinin beklenen kalitesi ve masrafı da (zaman, para) artmakta fazla ihtiyacı gerektirmektedir. Örneğin karla mücadelede 2,5 cm karın 30 dakikada temizlenmesi ICAO (Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı) teatmülüdür. Atatürk Havalimanı için bu sürede iniş veya kalkışta etkilenen uçak sayısı 20 civarındadır.

Atatürk Havalimanında yaz, kış ortalama günlük uçak trafiğini 500 kabul edelim. Günlük trafiği 210'unu üzerindeki pistlerin lastik izi silme sıklığı minimum 2 ayda 1 olmaktadır. Bir periyotluk silme işlemi günlük 24 saat çalışması ile en az 2 – 3 günde yapılabilir. Atatürk Havalimanında böyle bir zaman ve inkan sağlanmak mümkün değildir. Dolayısıyla pistte işletme kalitesi düşmektedir.

Yaklaşma kategorisi CAT II olan 18 / 36 pistinde çok sayıda elektrik aydınlatma devre ve armatürü bulunmaktadır. Uluslararası Sivil Havacılık Antlaşması eki Annex- 14 de bu ışık sistemlerinin faal ve gayri faal olabilme oranları verilmiştir. Bu bakım ve onarımlar ancak saat 24:00 ile 5:00 arasındaki zaman diliminde piste gir çık şeklinde yapılabilirken bu da yetersiz olmaktadır (Annex – 14 say. 110 – 111).

- Mevcut pistlerde kaza, kırılma, kaçırma gibi hadiselerle karşılaşıldığında hava trafiğine kapatılma, kapasite kaybı olmaktadır.

Örneğin alınan bilgilere göre 21.05.1998 günü saat 15:30 da İstanbul Hava Yollarının TC – AZA B.737 – 400 tipindeki uçağı 18 / 36 pisti 36 ucu stop way üzerinde kırılmayarak hareketsiz kalmış pist uçağını çekildiği 01:30'a kadar trafiğe kapalı kalmıştır. Yağışlı havanın gerektirdiği tedbir gereği 06/24 pisti kısmen kapalı, kısmen pilot sorumluluğunda B 737 tipi uçaklar için kalkanış ve inişe açıktutulmuştur.

Dolayısıyla lı nında 10 saat trafik aksa mıştır. Bunun bir di ğer anla m o ğun i ğin 250 trafik aksa mıştır ; yapı lı ma mıştır.

- Haki mrüzgar Kuzey / Güney yönünde ol nası mevcut 18 / 36 ile rüzgar i ğine iniş, yeni yapı lı an 18/36 ile rüzgar i ğine kalkış yapı lı nası ile hem kapasite artışı olacak hem de uygun trafik orta m sa ğlanacaktır.

- Milli Havayolu THY, Dünyanın büyük havayolları ile rekabet i ğin her ge ğen ğün (uzak yerlere non – stop u ğabil nek i ğin) büyük gövdeli A – 340 u ğak sayısını arttı rı naktadır. Bu u ğaklar 24/ 06 pistini kullana nı naktadır. Bu nedenle 18/ 36 mevcut ve yeni pistleri öne marz et nektedir.

- Bugünkü uygul a nı da birbiri ni ta ki p ederek iniş yapacak u ğaklar arasında za man aralı ğı 3 dakı kadır. Paralel pistlerden birini ni niş a ma ğlı, di ğerini ise kalkış a ma ğlı kullanı l nası durumunda iki iniş arasında bir kalkış yaptırılacaktır. Kalkış yapacak u ğa ğın pisti terk et nesini beklemeden iniş yapacak u ğa ğın t ürbülans fakt ö r ü n ü d i k k a t e a l n a k s ı z ı n ı d ı r n e k, i n e n u ğ a ğ ı n p i s t i t e r k e t n e s i n i b e k l e m e d e n d e k a l k ı ş y a p a c a k u ğ a ğ ı n k a l k ı ş m ü s a a d e s i v e r n e k m ü n k ü n o l a c a k t ı r.

- 1992 yılından bu yana At at ü rk H a v a l ı n ı n ı d a s l o t s i s t e m i (u ğ a k l a r ı n i n i ş v e k a l k ı ş l a r ı i ğ i n v e r i l e n z a m a n d i l i n i) u y g u l a n ı n ı d ı r, n e y d a n ı n o p t i m u m k u l l a n ı m ı n ı s a ğ l a n a k i ğ i n g e l e n, g i d e n u ğ a k l a r a b i r z a m a n d i l i n i v e r i l n e k t e v e b u d u r u m a g ö r e u l u s l a r a r a s ı t a a h h ü t t e b u l u n u l n ı d ı r. B u t a a h h ü t d a i n a i k i p i s t i n k u l l a n ı l n a s ı e s a s ı n a g ö r e d i r.

Yukarıda anlatılanlar sözkonusu pistin iş letme orta m ı nda duyulan i h t i y a c ı a ğ ı k l a n ı d ı r.

Yeni yapı l ı n a k t a o l a n p a r a l e l p i s t i n, y u k a r ı d a, b e l i r t i l e n h u s u s l a r a i l a v e t e n, 18 p i s t i k a l k ı ş v e 24 p i s t i i n i ş i ğ i n k u l l a n ı l d ı ğ ı n d a n, p i s t l e r i n k o n u m u s e b e b i y l e 18 p i s t i n d e n k a l k a n u ğ a k 24 p i s t i n e i n e n, p i s t s o n u n d a n t e r k e d e n u ğ a ğ ı k a r ş ı s ı n d a g ö r n e k t e v e 18 p i s t i i ğ i n d e i n i ş g i b i a l ğ ı l a y a r a k k a l k ı ş t a n v a z g e ğ m e k t e d i r. B u n e d e n l e, 18 p i s t i n d e n k a l k ı ş y a p t ı r ı b i l n e k i ğ i n, 24 p i s t i n e i n i p p i s t s o n u n d a n t e r k e d e n u ğ a ğ ı n 18 p i s t i d o ğ r u l t u s u n u k a t e t n e s i n i b e k l e n e k g e r e k m e k t e d i r. B u a y ı r n ı n s a ğ l a n m a s ı i ğ i n g e r e k e n s ü r e i n e n u ğ a ğ ı n t a k s i s ü r a t ı n e b a ğ l ı o l a r a k 18 d e n k a l k a c a k u ğ a k l e i n i ş i ğ i n g e l e n 2. u ğ a k a r a s ı n d a k i a y ı r n ı y ı o r t a d a n k a l d ı r ı n ı d ı r. B u n u n ö n l e n m e s i i ğ i n,

uçaklar arasındaki ayırmanın normalden daha fazla tutulması zorunluluğu, zaman zaman 18 kalkış 24 iniş çift pist kapasitesini, tek pist kapasitesinin de altına düşürmekte olup, yapılmakta olan pist 210 m batıda bulunduğundan 18 kalkışlarının yeni pistten yapılması halinde bu sorun ortadan kalkacaktır[3].

Meydan slotlarının pist hareketleri açısından değerlendirilmesinde, slotlar darboğaz olan en düşük kapasite esas alınarak verilmesi gerekirken, en yüksek kapasite yaratan 06 iniş, 36 kalkış pistlerinin kullanıma göre verilmiştir. 18/ 36 pistinin çeşitli sebeplerle kullanılamaması durumunda kapasitenin düşmesi sonucunda verilmiş bulunan slotlara uygun olarak gelen trafiğe yeterli hizmeti sağlayacak kapasite, yapılmakta olan yeni pist ile yaratılacaktır.

06 / 24 pistinin kısıllığı nedeniyle kargo ve büyük gövdeli uçakların kullanıma elverişli bulunmamasına, uzun menzilli seferlerde uçakların maksimum kalkış ağırlıkları ile bu pistten kalkamaları sebebiyle yeterli yakıtı alamaması ile başka meydanlara teknik iniş zorunluluğunda kalmaları, planlanan yolcu ve yük kapasitelerini kullanamama ve inişe gelen ağır tonajlı uçakların tercih ettiği uzunluğa sahip olaması nedeniyle oluşan emniyetsizlik faktörü, bir takım teknik arızalar sebebiyle uzun bir iniş pistine ihtiyaç gösteren durumdaki olumsuzlukları gidermekte etken olacaktır.

Ülkemizde bu tür pist inşaatı ilk defa Atatürk Havalimanında değil, trafik sayısı yarısından daha az Esenboğa ve Antalya Havalimanlarında yıllar önce yapılmıştır. Ayrıca bunların dünyada da bir sürü örnekleri mevcuttur. Aynı şartlardaki bu pistlerde olduğu gibi I MC (Aletli Meteorolojik Şartlar) koşullardaki trafikle yedek pist olarak kullanılacak olan yeni 18/ 36 pisti, VMC (Görerek Meteorolojik Şartlar) koşullarda aynı anda kullanıma müsaittir.

Söz konusu pistin işletmeye açılmasını müteakiben ortaya çıkacak pist konfigürasyonunun neticesinde mevcut kapasitenin nasıl artış göstereceği konusunda kesin bir rakam belirlemek mümkün değildir.

Fakat mevcut kapasitenin olumsuz her koşula karşı korunacağı, bir diğer ifade ile eldeki yumurtanın bir buçuk sepet yerine iki buçuk sepete dağılacığı kesindir. Bununla birlikte kapasitenin %40 - %45 civarında artmasını beklemek mümkündür.

Atatürk Havalimanında uygulanan slot sistemi için saatlik 36 olarak verilmiştir. Bu rakam 36 pistin kalırsa, 06 pisti inişe kullanımda maksimum kapasite +6 uçakla 42'dir. Diğer meteorolojik şartlarda bu rakam daha da düşmektedir. Ancak gerçekleşmiş pik saat trafik sayılarında bu rakamların aşıldığı da görülmektedir (Tablo 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 2000, 2001 yılı pik saat, pik gün uçak trafik istatistiği).

5.3 Yeni Pistin Mevcut Ve Fiziki Durumu

Atatürk Havalimanından alınan sonuçlara göre ;

18 / 36 paralel pistine uçakların yaklaşmaları için gereken seyrüsefer yardımcı hazırlarının konulacağı yerler mevcut olup, ci hazırların ve antenlerinin tesis edileceği yerler arazi de yapılan site – survey neticesine göre belirlenmiştir.

Havalimanı arazisi dışında tesis edilecek Marker istasyon yerleri için arazi kamulaştırma ve kiralama işlemlerine ait çalışmalar ilgili Belediyeler ve kuruluş nezdinde devam etmektedir.

Yeni pistin 36 tarafında 900 m CAT II şartlarında yaklaşma ışıkları için arazi mevcuttur. Ancak, yaklaşma ışıklarının ilk 400 m' sinden sonraki 500 m' lik kısım ve 1000 m' ye kadar konulacak olan 36 M Marker istasyonu belediyenin kamp olarak kullandığı yapılaşmış alan içinde kalmaktadır. 30 m aralıkla konulacak olan yaklaşma ışıklarının direkt yerleri ileride üstlenici firmanın projeleri hazırlayıp idareye vermesinden sonra kesinleşecektir. Işıkların ve istasyonun yerleşmesinde herhangi bir sorun beklenmemektedir.

18 tarafı ise, yaklaşık 450 m CAT I şartlarında yaklaşma ışıkları için arazi boş ve müsait olup, lınanın tel örgüsü içerisinde kalmaktadır. Işıkların 900 m' ye uzatılması halinde, lınanın sınırları dışında kamulaştırma gerekecektir.

Yaklaşma ışıkları, pist ve taksi yolu aydınlatmaları ile ilgili regülasyonların bulunacağı H1 ve H2 trafo binalarının yerleri mevcuttur ve diğer altyapı çalışmaları devam etmektedir.

Yeni pistin her iki başında, iki taraflı (sağ ve sol) olarak konulacak PAPI ışıklarının yerleri mevcuttur.

Paralel pistin faaliyete geçmesiyle ; mevcut hava trafiğini hangi ölçülerde rahatlatılabileceği, beklenen kapasite artışına ilişkin modellenen çalışmalarının sonucunda belli olacaktır [3].

5.4 Değişik Koşullarda Pist Kullanımları Ve Kapasiteleri

5.4.1 Aktüel Hava Trafik Verilerine Göre Pist Kullanımları

Yapılmış araştırmalar sonucunda hem apron hem de pist kapasitesinin zorlandığı ve görünür en büyük sorunun pist kapasitesindeki yetersizlik olduğu ifade edilmektedir. Apron (park yeri) kapasitesinin eskiden yetersiz kaldığı, ama yeni park yerleri yapılmasıyla bu problemin oldukça çözümlendiği görülmektedir. Bu konu ile ilgili olarak meydan SLOT'u uygulanmaktadır. Ancak pist kapasitesinin zorlandığı, başka bir deyişle doyuma ulaştığı doğrudur. Bununla beraber 1997 yılında “PEAK” iniş/kalkış olarak 24 saatte yaklaşık 750 trafiğin idare edildiği günler olmuştur. Ortalama iniş/kalkış 600'dür. Bugün mevcut pist konumları ile (06/24 ve 18/36 pistlerinin kullanımı) 24 saatte 1000 iniş/kalkış (yaklaşık 3 dakika içinde bir iniş/kalkış) sağlanabilmektedir. Bu rakam pist kapasitesi olarak saatte 42 iniş/kalkış demektir. Örneğin benzer konumda birbirini kesmeyen pistleri olan MİYANA Havaalanının pist kapasitesi saatlik 54 uçaktır.

Atatürk Havalimanı yaz sezonu 24 saatlik trafik iniş/kalkış ortalamasının bugün için 600 civarında olduğu gözönüne alındığında mevcut pist konumlarıyla pist kapasitesinin aşılması için ortalama olarak 24 saatte 400 iniş/kalkış'dan daha fazla trafik aktivitesi olması gerekir.

İsviçre'nin Cenevre Meydanı tek pist ve paralel taksirutu ile saatlik 38, Danimarka'nın Billund Meydanı tek piste ve piste paralel olmayan kısıtlı taksirut imkanına sahip iken dahi saatlik 50'dir. Bu örnekler bize tek pist ile ulaşılabilen kapasiteleri vermektedir. Mevcut iki pist ile saatlik 42 değerini sağlamak son derece kolay olup, herşey pistin dışında apron ve terminal kolaylıklarının yeterliliğinde sonuçlanmaktadır.

Paralel pistlerden istifade edilerek pist kapasitesinin bir miktar (%10-15) artacağı görülmektedir. Esasen paralel pist inşaatı iki pist merkez hattı arası 800 m'den az

olması durumunda pist kapasitesini büyük miktarda arttıran bir faktör değildir. Bu konumdaki paralel pistlerintek bir pist olarak mütalâa edilmesi, bizleri daha gerçekçi sonuçlara götürecektir. İki paralel pistin aynı anda birinin iniş ikincisinin kalkış a macıyla kullanılması ICAO Doc. 9426 - AN 924 Appendix B 11-2-1-9 ve 11-2-1-10' da ifade edilen şartlar dahilinde yapılabilir [4].

Konuyu özetleyecek olursak bugünkü mevcut pist konfigürasyonu ile dahi yapılan pist olmaksızın pist kapasitesi saatte 42 iniş/kalkış sağlayabilecek durumdadır. Paralel pist inşası ile üç pistin aynı anda kullanılabilirliği durumunda ortaya çıkabilecek %10-15 artışı dahi gözardı edersek yıllık 360.000 uçak/yıl sayısına ulaşılmaktadır ki, bu rakam çıkarılan talep sonuçlarına göre 2016 yılı için beklendiğini ifade ettiğimiz uçak/yıl hareketine çok yakındır.

5.4.2 Halkın Rüzgarın Belirlendiği Yönleri Göre Hst Kullanılması

Atatürk Havalimanı uçak trafiği 1997 yılında en yoğun gün içinde 719 gibi bir rakama varan ve her yıl %9 – 11 arasında artış göstergesi süregelen Havalimanı'nda, hava trafiğinin idaresi yönünde üçüncü pistin bulunması konusunun bir zaruret haline geldiği anlaşılmıştır, bu yüzden aşağıda açıklandığı şekliyle bugün mevcut durum ile üçüncü pistin hizmette olduğu halini karşılaştırdığımızda kazanç açıkça görülebilecektir [4].

5.4.2.1 Mevcut Şartlar (şayet rüzgar sağına veya kuzey yönüne ise)

06 / 24 pistinin 06 tarafı iniş, 18 / 36 pistinin 36 tarafı kalkış için kullanılmakta, saatlik 42 olan iniş/kalkış kapasitesi bu durumda maksimum yürütülmektedir.

06 pisti yağışsız havalarda her türdeki uçağın inişine cevap verdiği için iniş a macıyla, 36 pisti ise uzun olduğu için kalkışlarda her türlü uçak tipine cevap vermesi nedeniyle de kalkış a macıyla kullanılmaktadır.

06 ve 36 pist başlarının coğrafi konumu, ayrıca 06 pistinden kalkış yaptırıldığı takdirde 06 pist başında bulunan uçağın 36 pistine yaklaşma yapan uçağa mania teşkil etmesi nedeniyle 36 pist başına inişlerin aynı anda yürütülmesine imkan vermemektedir [4].

5.4.2.2 Mevcut Şartlar (rüzgarın güney yönünden esmesi halinde)

Şayet hava yağışsız ise 24 tarafı (büyük gövdeli uçaklar hariç) iniş a macı y la, 18/ 36 pisti ni n uzun ol ması nedeni yle 18 tarafı da (büyük gövdeli uçaklar dahil) kal kış ve iniş a macı y la kullanıl maktadır[4].

5.4.2.3 Üç Hst in Mevcut O ması Hali

18/ 36 pistine paralel yapılan ikinci yeni pist 36 L/ 18 R, mevcut pist ise 36 R/ 18 L şeklinde isi mlendirilmiştir. Üç pist in kullanıl ması esnasında, şayet rüzgar saki n veya kuzey yönl ü ise ;

- Yeni yapılan 36 L/ 18 R pisti ni n 36 L tarafı iniş yapan uçaklar içi n, mevcut ve eski pist konumuna giren 36 R/ 18 L pisti ni n 36 R tarafı ve 06/ 24 pisti ni n 06 tarafı aynı anda kal kış yapan uçaklar içi n kullanılacaktır.

Zira yeni paralel pist in 36 L tarafı 06 pist başı ndan 210 m batı ya uzaklaştı ğı ndan 36L tarafı na iniş yapan uçaklar içi n 06 pist başı nda kal kış yapan uçaklar mani ateşkil et meyecektir.

Böylece, bugün içi n 36 pistine iniş yaptırılırken 06 pist başı ndan kal kış yaptırıl maması hali ortadan kalk mış olacaktır.

36 R pisti ile 06 pisti ni n aynı anda kal kış içi n kullanılabil mesi, mevcut maksimu m42 olan saatlik uçak kapasitesini 12 gibi bir sayısal artışla 54'e ulaştı rmış olacaktır. Tabi dir ki, bu uygulama da uçak tipleri ve bunların Wake Turbulance kategorilerine di kkat edilecek ve ICAO kuralları takip edilecektir.

- Şayet rüzgar güney yönl ü ise ; 18 R ve 24 pist başları iniş, 18 L pist başı ise kal kış içi n kullanılacaktır. Bu taktirde güney apronu ve kargo ter minali önünün 24 pist başı na yakı n ol ması nedeni yle 24 pist başı ndan inişle beraber kal kış i nkamı da ortaya çıkacaktır. Bu operasyonda, mevcut kapasite olan 42 rakam devam edecektir.

Bu rakama ulaş makt a en azı ndan bugünkü 06 iniş 36 kal kış operasyonunun saatlik 42 olan kapasitesini n bu kez rüzgar güneyli i ken 18 / 24 operasyonuna da öne mi artış sağ layacağını belirgi nleştir mektedir.

Yukarıda sıralanan bu teknik açıklamalar yanında üç pistin varlığı, pistler üzerinde kaplama onarımı lastik izi temizleme, karla mücadele, aydınlatma sistemi, ILS sistemi bakımı, boya yenileme çalışmalarını rahatlıkla yürütme, pistin birini hizmet dışı bırakarak iki pistle operasyon yapmak, böylece en azından mevcut saatlik kapasiteyi aşağıya indirme neden devalettirme olanağı sağlamaktadır [4].

5.4.3 Yeni Pistin Değişik Koşullarda Kullanılmasına İlişkin Sonuçlar

Mevcut şartlar ve yapılan yeni paralel piste göre Hava Trafik operasyonunun nasıl sürdürüleceği ve dolayısıyla artan kapasitenin daha önceki sayfalarda açıklanmasını takiben, ortaya çıkan öneriler de incelendiğinde, aşağıdaki sonuçların çıkarıldığı görülmüştür.

Yeni yapılan paralel pistin iniş pisti olarak kullanılacağı DHM'nin planlanmasıyla uyum göstermektedir. Ancak çıkan sonuçlarda hep iniş pistinin terminaline yakın bulunmanın olması şeklinde karar verilmiştir.

DHM mevcut 18/36 pisti ve aletlerini muhafaza etmekte, yeni yapılan paralel piste de yaklaşma ışıkları ve ILS sistemleri planlanmaktadır. Bu sistemler için paralel yeni pistin yapıldığı bölgede yeterli alan mevcuttur. Ayrıca iniş pistinde (yeni paralel pist) beklenmeyen bir kırım olduğunda veya pist üzerinde onarım aratır değiştirme, boya veya temizlik olması halinde, kalkış pistinin iniş için kullanılması imkanı sağlanmaktadır.

Yeni paralel pist ile birlikte üç pist kullanılırken mevcut 36 pist başından Avrupa ve Karadeniz rotasına giden uçakların kalkışı yaptırılırken, 06 pist başından da Doğu ve Güneye gidecek uçakların kalkış yapabilme imkanı yer almaktadır. Bu işlem kapasitenin artırılmasıdır.

Şartlar (meteorolojik) 06 pist başını kullandırmayı gerektirdiğinde 06 pist başına iniş trafiği yönlendirilirken, mevcut pist ile yapılan paralel pistin 36 pist başları kalkış trafiğine kullanılabilecek, böylece kapasitenin maksimum değerine ulaşacağı çıkarılan sonuçlardan elde edilmiştir [4].

6 ATATÜRK HAVALİMANINDAKİ YENİ PİST VE DİĞER GELİŞMELERE BAĞLI KAPASİTE DEĞERLENDİRMELERİ

6.1 Giriş

Atatürk Havalimanının mevcut hava bölümü (pist, taksi yolu, apron vb.) ile kara bölümü (terminal, destek tesisleri vb.) tesislerinin kapasitelerine göre yetersizliklerin yani kapasite darboğazlarının giderilmesi için karşılanması gerekli ihtiyaç programının belirlenmesi gerekir.

Bir ihtiyaç programının belirlenebilmesi için öncelikle gelecekteki taleplerin karşılanması daha genel anlamda üstlenilecek işlevler konusunda tercihlerin ve politikaların saptanması gerekmektedir. Temel konulardan biri, yolcu ve kargo ile ilgili olarak yeterliliği irdelenmek, gerektiğinde ikisi arasında öncelik açısından bir tercihte bulunmaktır. Diğer bir konu, uçakların bakım ve onarım hizmetlerinin yürütülmesine ilişkin verilecek yer ve ağırlıktır.

İstanbul Atatürk Havalimanında THY'nin ana üssü olması ve tarifesiz uçaklar nedeniyle ortaya çıkan gereksinimler yüzünden uçak durak apronlarının artırılması gereğini vurgulamak gerekmektedir. Fakat eskiden 76 olan park yeri sayısının bugün yeni yapılanlarla 89'a ulaşması beklenmektedir. Bu da daha önce yaşanan park yeri sıkıntılarının bir miktar azalmasına sebep olmuştur. İşlevlerin ve işletmenin gereği olan taksiyolları da kapasite artırımının dışında zorunlu olan yatırımlardır.

Atatürk Havalimanında hem içinde bulunduğu sıkışık alandan dolayı hem de iki pist arasında yaşanan karıştıktan dolayı bir darboğaz yaşanmaktadır.

Destek hizmetleri ise, ancak olanaklar ölçüsünde gerçekleştirilmektedir. Bugünün koşullarında bu olanak yoktur. Fakat ileride askeri alanlardan yer ayrılması durumunda bu olanak ortaya çıkacaktır.

Örneğin hangar durumu incelendiğinde ortaya çıkan veriler şunlardır :

Mevcut hangarlar 1 adet A340 ve 2 adet A310 veya 1 adet B737 ile 1 adet RJ100 uçağına hizmet verebilecek kapasitededir. Mevcut hangarın yetersizliği nedeniyle yeni yapılmasına başlanmıştır.

Yeni hangar 2 adet B747 veya 2 adet A310 ve 2 adet B737 uçağına hizmet verebilecek bir kapasite sunacaktır.

6.2 Havalimanı Kapasitesi

Öncelikle havaalanlarının kapasitesi fiziksel olanaklarla belirlenir. Genel anlamda tüm öğelerin kapasitelerinden küçüğü sistemin kapasitesidir. Ekin çözüm öğelerin kapasitelerinin uyumu ile sağlanır.

Kapasiteyi belirleyici nitelikteki öğeler pist, taksiyolu, apron ile terminallerdir. Çünkü, yeni dış hatlar terminali açılmadan önce, terminaler kapasitenin çok üstünde, talep altında ciddi bir darboğaz yaşıyordu. Terminal darboğazının aşılmasından sonra son yıllarda pist darboğazının da yaşanmasıyla yeni paralel pist inşasına başlandı ve halen devam edilmektedir.

6.2.1 Hst Kapasitesi

Havalimanı planlamasında hava bölümü ile ilgili kapasite iki türlü tanımlanmaktadır. Daha önce Bölüm 1’de de anlatıldığı gibi birincisi “pratik kapasite” olup, A B D’de uzun süre geçerli olan bir tanımdır. Pratik kapasite, makul karşılanabilecek bir ortalama gecikme durumunda, belli bir süre içinde (genel olarak bir saat içinde) yapılabilecek operasyonu (iniş/kalkış) sayısıdır.

Son yıllarda kabul edilen diğer bir tanım “doğruluk kapasitesi”dir. Bu kapasite; sürekli bir hizmet talebi olması durumunda belli bir süre içinde havalimanının karşılayabileceği en yüksek operasyon sayısıdır.

Bu iki kapasite tanımı arasındaki başlıca fark: pratik kapasite tanımının gecikmeyi içermesine karşılık diğer tanımda gecikmenin gözönüne alınmamasıdır.

Havali namlarında kabul edilebilir yani yolcular için makul karşılanabilecek gecikme konusunda birlik yoktur. Bazı kaynaklarda bu gecikme süresi 4 dakika olarak belirtilmekle birlikte, limanın tümü, ya da hizmet birimlerinden herhangi biri için makul karşılanabilecek gecikme limitinden nana değışiklik gösterir.

Doygunluk kapasitesi tanımında gecikme nazara alınmayıp, pik saatlerde hizmet verebildiğı uçak (operasyon) sayısı ile değerlendirilmiştir. Gerçekte gecikme süresinde talep şeklinin önemi, büyüktür. Çok sayıda uçağın pisti aynı anda kullanmak istemesi durumunda gecikme büyüyecektir. Buna karşılık bu talep bir zaman dilimi içine yayılırsa gecikme azalır. Bu bakımdan saatlik talebin dağılımının ortalama gecikme süresinde doğrudan etkisi vardır.

Çeşitli gözlemler doygunluk kapasitesi değerinin pratik kapasiteden daha büyük olmakla birlikte, farkın önemli olduğunu göstermiştir.

Bir havali namında kapasite artışını sağlamak için iki durumsöz konusu olabilir.

a. Pist sayısı veya diğer hizmet birimlerinde sayısal ya da fiziksel büyüme sağlamak (altyapı iyileştirme).

b. Limitin kapasitesi üzerinde etkili olan faktörler (Bölüm 1’de anlatılan) üzerinde verimi arttırıcı değışiklikler veya iyileştirmeler yapmak.

Bunlardan pist sayısını arttırmak veya diğer hizmet birimlerinde fiziksel büyüme sağlamak gelişmeye elverişli alanın kısıtlı olması sebebiyle mümkün olmayabilir.

Pist kapasitesi pisti kullanacak uçakların kompozisyonu parametresine ek olarak gelen ve giden uçakların oranları, görüş şartları vb. çok sayıda faktöre göre değışebilir.

Tek pist için kapasite 150.000 – 195.000 operasyon/yıl arasında değışmekle birlikte taksiyollarının ve apronların uygun, trafik kontrol tesislerinin yeterli olması durumunda 195.000 operasyon/yıl sınırı aşılabilir.

Pist kapasitesine etkileyen en önemli faktör operasyon aralığıdır. Bu aralık trafik kontrol tesislerinin yeterlilik düzeyi ile yakın ilişkilidir. Hava koşulları ile uçak büyüklükleri ve bunların kompozisyonları pist kapasitesini etkileyen diğer önemli faktördür.

Atatürk Havalimanında bulunan iki pist (V) düzeninde olup, si multene olarak kullanılmaktadır. Elimizeki verilere göre (V) düzenindeki iki pistin sağlayabileceği en küçük saatlik kapasite 50 operasyondur. Havaalanı işletme koşulları ile küçük ve büyük gövdeli uçakların kompozisyonuna bağlı olarak (V) düzenindeki pistlerin saatlik kapasitesinin 60 operasyona, yıllık kapasitenin 265.000 operasyona çıkabileceği ve bu değerlerin üst sınır oldukları ilgili kaynaklardan anlaşılmaktadır.

Yeni yapılan paralel pist ile birlikte bu durum değerlendirildiğinde, yıllık kapasitenin kaynaklardaki verilere göre 355.000'e kadar yükseldiği ve yapılan paralel pistin kapasitede bir artış göstereceği açık bir şekilde bellidir.

Havalimanı yetkililerinin ifadesine ve DHM yayınlılarına göre Atatürk Havalimanında pist kapasitesi 350.400 operasyon/yıl'dır. Buna karşılık 2000 yılında operasyon sayısı 171.714'dür. Buna göre pistler kapasitelerinin %49'u oranında kullanılmaktadır. Tablo 6.1 de 2000 yılı uçak kapasite değerleri verilmiştir. Yine Tablo 6.2'de de son 5 yıllık iç hat – dış hat toplam uçak trafiği de gösterilmiştir.

Tablo 6.1 2000 Yılı Uçak Kapasite Kullanımı [9].

UÇAK KAPASİTESİ	2000 YILI UÇAK TRAFİĞİ	KAPASİTE KULLANIM ORANI (%)
350.400	171.714	49

Tablo 6.2 İç hat – Dış hat toplam uçak trafiği [9].

YILLAR	İÇ HAT	DİŞ HAT	TOPLAM
1996	61.130	112.292	173.422
1997	68.645	116.410	185.055
1998	74.870	109.920	184.790
1999	71.837	105.482	177.319
2000	67.419	104.295	171.714

Pist ve teriminal için belirlenen bu durum Atatürk Havalimanı'nda bugün için teriminal sorunu olmadığı, pist sorunu olduğunu, ortaya koymaktadır.

Saatlik kapasite Tablo 2.3'e göre 60 operasyondur. Kuyruk modeline ve pratik bir yöntemle göre yapılan değerlendirilmelerde Atatürk Havalimanı'nın pist kapasitesinin ortalama 8 dakikalık gecikme için 55; 4 dakikalık gecikme için 45 operasyon olacağı anlaşılmaktadır. Bu değerlere göre saatlik kapasite için 45 operasyonun esas alınması rahatlıkla mümkün görülmektedir.

18 / 36 pistine paralel bir pist yapılıyor olması kapasiteye küçümsenmeyecek katkı sağlayacaktır. Kapasiteye katkı yeni pistin mevcut piste uzaklığıyla ilgilidir. Aetli yönetimde (IFR) pistlerin eşzamanlı olarak bağımsız kullanılabilirliği için aralarında en az 1035 m uzaklık bulunması gerekmektedir (Annex – 14'e göre verilen alt sınır değeridir). Görerek yönetimde (VFR) pistlerin eşzamanlı olarak bağımsız kullanılabilirliği için aralarında en az 210 m uzaklık bulunması zorunludur.

Atatürk Havalimanı'nda şu an için yapılan yeni pist ile 18 / 36 pisti arasındaki mesafe 210 m dir. Bu durum da iki pistin birbirinden bağımsız olarak kullanılabilirliği mümkün olmaktadır. Bu paralel pist yapımı, yıllık 90.000 dolayında uçak

operasyonu artışı sağlayabilecektir. Bu da yaklaşık olarak 8 – 10 milyon yolcu/yıl gibi küçümsenemeyecek bir yolcu artışına olanak sağlayacaktır.

6.2.2 Yolcu Termini Ali Kapasitesi

Atatürk Havalimanı dış hat termini Ali kapasitesi 14.500.000 yolcu/yıl, iç hat termini Ali kapasitesi 7.000.000 yolcu/yıl olarak belirtilmektedir. Tablo 6.3 de 2000 yılına ait yolcu kapasite değerleri verilmiştir. Ayrıca Charter uçuşlarına ayrılan C termini Ali artık Kargo termini Ali olarak kullanılmaktadır. Şu an için yeni yapılan dış hatlar termini Ali ile birlikte toplam kullanılan termini Ali alanları aşağıda Tablo 6.4 de gösterilmiştir.

Tablo 6.3 2000 Yılına ait Yolcu Kapasite kullanımı [9].

YOLCU KAPASİTESİ	2000 YILI YOLCU TRAFİĞİ	KAPASİTE KULLANIM ORANI (%)
21.500.000	14.647.810	68

Tablo 6.4 İç hat - Dış hat Termini Ali alanları [9].

TERMINAL ALANLARI (m²)					
YOLCUYA AÇIK ALANLAR			BİNA TOPLAM		
İÇ HAT	DIŞ HAT	TOPLAM	İÇ HAT	DIŞ HAT	TOPLAM
24.657	90.000	114.657	59.080	170.000	229.080

6.2.2.1 İç Hat Termini

İç hat termini için 2004 yılı baz alınarak mevcut pistlerle 8,7 milyon yolcu/yıl, 18 / 36'ya paralel pist yapımı durumunda 15,8 milyon yolcu/yıl değerinde bir kapasitenin geliştirilmesi gerekmektedir. Şu durumda iç hat termini'nin yeni dış hat termini faaliyete girdikten sonra toplam kapasitesi 7.000.000 yolcu/yıl'a çıkmıştır. Tablo 6.5'de 2000 yılına ait iç hat uçak trafiğinin Tablo 6.6'da yine 2000 yılına ait yolcu trafiğinin aylara göre dağılımı görülmektedir.

Tablo 6.5 2000 yılına ait Uçak Trafiklerinin aylara göre dağılımı [9].

AYLAR	İÇ HAT UÇAK TRAFİĞİ
OCAK 2000	4.632
ŞUBAT 2000	4.798
MART 2000	5.489
NİSAN 2000	5.654
MAYIS 2000	6.411
HAZİRAN 2000	6.464
TEMMUZ 2000	6.611
AĞUSTOS 2000	6.274
EYLÜL 2000	5.780
EKİM 2000	5.739
KASIM 2000	5.040
ARALIK 2000	4.527
TOPLAM	67.419

Tablo 6.6 2000 yılına ait Yolcu trafiğinin aylara göre dağılımı [9].

AYLAR	İÇ HAT YOLCU TRAFİĞİ
OCAK 2000	340.474
ŞUBAT 2000	351.144
MART 2000	398.463
NİSAN 2000	412.035
MAYIS 2000	450.451
HAZİRAN 2000	485.918
TEMMUZ 2000	546.770
AĞUSTOS 2000	557.972
EYLÜL 2000	467.464
EKİM 2000	452.265
KASIM 2000	390.102
ARALIK 2000	328.787
TOPLAM	5.181.845

6.2.2.2 Dış Hatlar Terminali

306 milyon \$'a mal olan Atatürk Havalimanı Yeni Uluslararası Terminali 10 Ocak 2000 tarihinde açıldı. Toplam 190 bin m² alana sahip terminal ve 180 m² kurulu olan çok katlı otoparkın inşaatına 1998 yılında başlanmış ve 22 ay gibi bir sürede bitirilmiştir. Yeni Uluslararası Terminal yılda 14 milyon uluslararası yolcuya hizmet vermekte ve yeni terminale bitişik olan yeni çok katlı otopark 7 bin araç kapasitelidir. Tablo 6.7'de görülen sayısal verilerden hareketle geleceğe dönük kestirimler yapılmış ve 1995 yılından 2010 yılına kadar ki süre içinde yolcu trafiği kapasitesi hesaplanmıştır. Buna göre, 2004 yılına doğru İstanbul'a dış hatlarla gelip giden yolcu sayısı 15.000.000 mertebesine yaklaşabilecektir. Bu yüzden çözüm olarak 2003 yılı itibari ile yeni yapılan ek tesis hizmete sunulacaktır. 2000'lerin ilk yılında hizmete girip 2004'de tam kapasite çalışması beklenebilecek dış hatlar terminalinin yolcu akışı öngörüsü olarak da Onbeş milyon (daha kesin olarak Ondört milyon) alınması makul gözükmiştir. 2000 yılına ait dış hat yolcu trafiğinin aylara göre dağılımı da Tablo 6.8'de verilmiştir.

Tablo 6.7 1995 – 2010 yılları beklenen Dış hat yolcu trafiği istatistiği [9].

YILLAR	DİŞ HAT YOLCU TRAFİĞİ
1995	8.120.742
1996	9.255.296
1997	9.828.769
1998	9.189.657
1999	8.114.771
2000	10.357.065
2001	11.734.500
2002	12.989.003
2003	14.325.191 (İlave Tesis Hizmette)
2004	15.790.461
2005	17.404.935
2006	19.185.163
2007	21.148.416
2008	23.313.573
2009	25.701.425
2010	28.334.889

Üç kat üzerine kurulu olan Yeni Terminal binası yolculara terminalin içinden uçuş kapılarına kolay erişimi sağlamaktadır. Yolcu sirkülasyonu gelen ve giden yolcuların dikey bir şekilde birbirlerinden ayrılmasıyla daha verimli bir konumda bulunmaktadır.

Terminalin üç ana katı :

- 1) Üst kattaki giriş salonu giriş yolundan aprondaki giriş kapılarına direkt geçiş sağlamaktadır.
- 2) Çeliş katı aynı şekilde varış kapılarından varış yolunda direkt geçiş sağlamaktadır.
- 3) Hizmet katı da denilen “Zemin kat” otomatik bagaj ayrılma binası hizmet merkezi personel faaliyetleri ve depolama bölümlerinden oluşmaktadır. Taşıt hizmeti bu katının içinden geçen servis yoluyla sağlamaktadır.

Tablo 6.8 2000 yılına ait dış hat yolcu trafiğinin aylara göre dağılımı [9].

AYLAR	DIŞ HAT YOLCU TRAFİĞİ
OCAK 2000	563.396
ŞUBAT 2000	577.760
MART 2000	760.775
NİSAN 2000	735.705
MAYIS 2000	750.260
HAZİRAN 2000	829.241
TEMMUZ 2000	992.974
AĞUSTOS 2000	1.068.271
EYLÜL 2000	849.919
EKİM 2000	875.843
KASIM 2000	747.706
ARALIK 2000	714.507
TOPLAM	9.465.965

Yukarıda da anlatıldığı gibi 2010 yılına kadar ki beklenen yolcu trafiğine göre 1996 yılından 2000 yılına kadar gerçekleşmiş olan iç hat ve dış hat yolcu trafiği Tablo 6.9'da gösterilmiştir.

Tablo 6.9 1996 – 2000 yılı iç – dış hat yolcu trafiği [9].

YILLAR	İÇ HAT	DIŞ HAT	TOPLAM
1996	4.139.370	9.255.296	13.394.666
1997	4.779.128	9.828.769	14.607.897
1998	5.202.542	9.189.657	14.392.199
1999	4.951.530	8.148.940	13.100.470
2000	5.181.845	9.465.965	14.647.810

Yeni Dış hatlar terminalinde şuan için geçerli istatistikî veriler :

1) 18 tane dış hat köprüsü mevcut ama yenileri bittikten sonra toplam 23 adet köprü olacak 9 adet de iç hat köprüsü vardır.

2) 500 yolculuk oturması salonu mevcut.

3) 10 adet X-ray arındırılmış salona geçiş noktasında mevcut.

- X-ray'ler daki kada 5 yolcuya hizmet vermektedir,

- Gđş katında 12 X-ray var.

- Gđş katına göre de 4 ana giriş kapısı mevcut.

4) 32 adet pasaport kabini mevcut ve bir yolcuya ayrılan süre 30 sn. olarak öngörülmektedir.

5) Check – in işlemleri için 160 adet kontuar mevcut ve kişi başına harcanan süre 2,5 dak / kişi.

6) Uçak kapasitesi,

Radar çalışırsa 18 / 36 pistinden saatte 36 uçak,

VFR koşullarında saatte 24 uçak,

Çift yönlü ve iyi yönlü rüzgar yönü ile max. saatte 54 uçak

En kötü şartlarda (meteorolojik) min. saatte 24 uçak

Tablo 6.10'da 2000 yılına ait aylara göre toplam uçak trafiği verilmiştir.

Tasarım Kriterleri olarak,

10 Milyon yolcuya göre,	Giden yolcu / saat = 2650
	Gelen yolcu / saat = 2650
14 Milyon yolcuya göre,	Giden yolcu / saat = 3500
	Gelen yolcu / saat = 3500
18 Milyon yolcuya göre,	Giden yolcu / saat = 4500
	Gelen yolcu / saat = 4500

Bekleme salonlarında oturma kapasitesi şu kriterlere göre hesaplanır ;

Uçakların ortalama doluluk oranı	= %70
Oturan yolcu sayısı	= %80
Yolcu için tahsis edilen alan	= 2.0 m ²
Her kapı için sağlanan oturma yeri sayısı	= 150

Tablo 6.10 2000 yılına ait Dış Hat Uçak Trafik [9].

AYLAR	DIŞ HAT UÇAK TRAFİĞİ
OCAK 2000	7.818
ŞUBAT 2000	7.623
MART 2000	8.915
NİSAN 2000	8.197
MAYIS 2000	8.599
HAZİRAN 2000	8.670
TEMMUZ 2000	9.482
AĞUSTOS 2000	10.010
EYLÜL 2000	9.012
EKİM 2000	9.045
KASIM 2000	8.507
ARALIK 2000	8.417
TOPLAM	104.295

6.3 İç Hat Ve Dış Hat Terim nalleri ni n Değerlendiril mesi

Tablo 6.7’de de görüldüğü gibi 2003 yılı itibari ile 14.325.191 yolcu/ yıl ek kapasite oluşturulması ve kapasitenin bu yılla birlikte hizmete girecek yeni tesis ile 2010 yılında 28.334.889 yolcu/ yıl değerine ulaşacağı görülmektedir.

2000 yılı itibari ile de iç hat – dış hat toplam trafiğinin 15.538.910 yolcu/yıl olduğu görülmüştür. Tablo 6.11’de 2000 yılı iç hat - dış hat gelen – giden ve toplam yolcu trafiğinin değerleri verilmiştir.

Tablo 6.11 2000 yılı iç hat – dış hat gelen – giden yolcu trafiği [9].

İ Ç HAT		Dİ Ş HAT		TOPLAM	
GELEN	Gİ DEN	GELEN	Gİ DEN	GELEN	Gİ DEN
2.529.046	2.652.799	4.614.478	4.851.487	7.143.524	7.504.286

6.4 Hste İlişki n İhtiyaç Değerleri

Pist yeterlilik durumu, mevcut duruma ve 18 / 36 pistine paralel yeni bir pist yapılmış olmasına durumuna göre Tablo 6.12 ve Tablo 6.13’de incelenmiştir.

Tablo 6.12’de yıllık kapasitenin üst sınırı 265.000 operasyon/ yıl’dır. Bu değerler Ek B1’de G bölümünden alınmıştır. Bu duruma göre mevcut pistler 2003 yıl sonuna kadar yeterli olacaktır. Bu tarihten sonra talepler karşılanmayacaktır. Ama yeni yapılan 18 / 36 pistine paralel pist kapasitenin 355.000 operasyon / yıl değerine erişeceği varsayılarak Tablo 6.13 hazırlanmıştır. Bu değerde yine Ek B2’deki M bölümünde görünen iki paralel pist ile bir V tipi pist durumu söz konusu olduğunda geçerli olan yıllık servis hizmet hacmi değeridir.

Buna göre, artan pist kapasitesine göre de 2009 yılı sonuna kadar talep karşılanacaktır.

Tablo 6.12 Mevcut Pist Kapasitesi ve Talep

YILLAR	MEVCUT KAPASİTE OPERASYON/ YIL	TALEP OPERASYON/ YIL
1998	265.000	198.572
2000	265.000	225.522
2003	265.000	265.947
2005	265.000	292.897
2010	265.000	360.272
2015	265.000	427.647

Tablo 6.13’de görüldüğü gibi 2003 yılı sonuna kadar yeterli olan talep 2004 yılı itibari ile yeterli olmayacağı, fakat devreye girecek olan üçüncü yeni paralel pist ile bu yıllık operasyon 265.000’den 355.000 değerine ulaşacaktır, bu da göstermektedir ki 2004 yılından sonra da yeni pistin devreye girmesiyle talepler 2009 yılı sonuna kadar karşılanmış olacaktır.

Tablo 6.13 18/ 36 pistine paralel pist ile sağlanacak kapasitenin yeterliliği [6].

YILLAR	MEVCUT KAPASİTE OPERASYON/ YIL	TALEP OPERASYON/ YIL
1998	265.000	198.572
2000	265.000	225.522
2003	265.000	265.947
2004	355.000	279.422
2009	355.000	346.797
2010	355.000	360.272
2015	355.000	427.647

7. SONUÇLAR VE GÖRÜŞLER

7.1 Uygulamaadaki Değerlendirmeler

Havaalanı kapasitesi belirlenmede, kapasitesi en az olan havaalanı elemanı etkilidir. Pist kapasitesi arttırılması araştırılırken diğer havaalanı elemanları da dikkate alınmalıdır.

Bilindiği gibi her ulaştırma sisteminin belirli bir hizmet sunma kapasitesi vardır. Sistemin bileşenleri ve ögeleri için de aynı şeyi söylemek mümkündür. Sistemi oluşturan bileşenler birbirleriyle uyum içinde çalışırsa kapasiteyi arttırarak mümkün olabilir. Bu açıklamalar tüm ulaştırma sistemleri için geçerli olduğu gibi havayolu ulaştırması için de geçerlidir.

Havaalanı uçaklarla ve sistemin diğer ögeleriyle etkileşimi içinde bulunan bir alt sistemdir. Gelecekteki taleplere cevap verebilecek iyi bir havaalanı planlaması için dikkat edilmesi gereken nokta ; uçak, yolcu ve kargo için gerekli kapasitelerin oluşturulmasıdır. Bunlar en küçük işletme maliyeti ile gerçekleştirilmelidir. Yeni bir havaalanının planlanması için geçerli olan bu hususlar mevcut bir havaalanının iyileştirilmesi için de geçerlidir.

Öncelikle tüm sistem düşünüldüğünde arz – talep ilişkisine bakılmalıdır. Çünkü talebe karşı bir arz geliştirilmelidir. Bu arz – talep ilişkisi incelenirken, sistemde incelenen kısımlar içindeki darboğazlar saptanır ve bunlar üzerinde projeler geliştirilir. Ayrıca elimizdeki minimum kapasite değeri bize oradaki esas kapasite değerini verir.

Kapasitede en büyük etkiyi, hava trafiği, yani yaklaşma sahası denen bölge tayin eder. Bu noktada devreye seyrüsefer elemanları girer. Bunlar içinde sistemin düzenli çalışmasını gerektiren yazılı kurallar uygulanır. Annex – 14 ve Döküman 4444 hava trafiği kontrolünün düzenli işleminde kullanılan ve bu sektörde herkes tarafından kabul edilmiş bir belgedir.

Havalimanında kapasite ile ilgili bir çalışma yapılması istendiğinde her bölge tektek incelenmeli ve darboğazın nerede yaşandığı belirlenmelidir. Bu alanlar strip alanları, terminal alanları, park yerleri, hava sahası, yaklaşma kontrol sahası gibi bölgeler olabilir, ayrıca bunlar başlı başına kapasite için büyük önemi taşıyan birimlerdir.

Atatürk Havalimanı konumu bakımından, batı ülkeleriyle Ortadoğu ve Uzakdoğu arasındaki ilişkiyi sağlamakta ve ayrıca sanayi ve ticaret merkezi olan İstanbul'un Anadolu ile bağlantısını sağlamaktadır. Türkiye havayolu trafiğinin yarısına yakın kısmı, Atatürk Havalimanından gerçekleşmektedir.

Atatürk Havalimanında kapasite hesabı yapılırken çeşitli ölçümler alınmış ve bu ölçümler de B737 uçağı baz alınarak toplam 150 kapasiteli yolcu ile saat başında kaç uçak indirilip kaldırılacağı konusunda hesaplar yapılmıştır. Bu hesaplamalar yapılırken, eldeki hava trafik kontrolör sayısı, sektör(bölünme) sayısı, cihazların yeterliliği bu kapasiteyi etkileyen bir faktördür. Örneğin strip alanları için, yerdeki manevra alanları için, park yerinden kalkışa gide ne kadar ki pozisyonları için veya oluşabilecek handikapları için sistemin yeterliliğine bakılır. Tüm elde edilen verilerle iniş ve kalkışların toplam değerleri bulunarak bir kapasite analizi yapılır.

Her havaalanında olduğu gibi Atatürk Havalimanında da THY büyük bir yer tutmakta ve hatta bu Havalimanı THY için bir üs olarak kullanılmaktadır. Eldeki 85 adet park yerinde 30'unu kendisi kullanmaktadır. 85 adet terminal apronu için, bu sayı günümüzde talebi karşılamakla birlikte, 4 adet daha terminal apronu yapıyor olması, gelecekte apronlar açısından bir sıkışıklık yaşanmasını gerektirir.

Park apronu ihtiyacını, THY ve özel havayolu şirketleri uçak işletmesi iyi organize ederek minimuma indirmeleri gerekir. Ayrıca gelecekte uçakların başka havaalanlarına kaydırılması olanakları da incelenerek park apronu ihtiyacı azaltılması düşünülebilir.

Havaalanı kapasitesine etki eden en önemli nedenlerden biri geciktirmedir. Bu gecikmelerin önemli bir çoğunluğu uçakların yerdeki hareketlerinden ve yer hizmetlerinden kaynaklanmaktadır. Yer hizmetleri veren araçların apron üzerindeki hareketleri ciddi kazalara neden olmakta ve bu kazaları önleyebilmek için apronların alt yapısı geliştirilmelidir.

Bugün için yeni kullanılmaya başlanmış(yaklaşık 2 senedir) dış hatlar terminalinin kapasitesi 14.500.000 yolcu/ yıl ve iç hatlar terminalinin (Eski dış hatlar terminali) kapasitesi de 7.000.000 yolcu/ yıl'dır. Yeni dış hatlar için bu 14.500.000 yolcu/ yıl'lık kapasite değeri 2004 yılına kadar yetebilmekte, ve bu 2004 yılıyla birlikte hizmete girecek ilave tesis ile kapasite 28.000.000 yolcu/ yıl'a ulaşacaktır. Bu da terminal kapasitesinin 2010 yılına kadar yeterli olacağını göstermektedir.

İstanbul gibi bir metropolün hava ulaşımında ana Havalimanı olan Atatürk Havalimanında uygulanan projeler ile terminal kapasiteleri artırılmış, kara tarafındaki kapasite arzında önemli artışlar olmuştur. Buna paralel olarak hava tarafında PAT (Pist, Apron, Taksi yolu) sahalarında yeni projeler yapılmakta ve 18/36'ya yeni yapılmış paralel pist ile limanın hava tarafındaki kapasitesini idare ettirmek ve arttırmak gerekmektedir. Aynı dönemde 06/24 pistinin uzatılması düşünülmüş ancak maliyet ve ekonomik tercihler nedeniyle paralel pistin yapılması tercih edilmiştir[3]. Söz konusu yeni pistin işletmeye açılmasını müteakiben ortaya çıkacak pist konfigürasyonunun neticesinde mevcut kapasitenin nasıl artış göstereceği konusunda kesin bir rakam belirlemek mümkün değildir. Fakat bu yeni pist ile limanda olan kapasitenin korunacağı ve hatta %10 – 15 oranında bir artış göstereceği de sonuçlarına varılmıştır.

06/24 pistinin kısalığı nedeniyle kargo ve büyük gövdeli uçakların kullanıma elverişli bulunmamasına, uzun menzilli seferlerde uçakların maksimum kalkış ağırlıkları ile bu pistten kalkamamaları sebebiyle yeterli yakıtı alamaması ile başka meydanlara teknik iniş zorunluluğunda kalmaları, planlanan yolcu ve yük kapasitelerini kullanamama ve inişe gelen ağır tonajlı uçakların tercih ettiği uzun uğa sahip olaması nedeniyle oluşan emniyetsizlik faktörü, bir takım teknik arızalar sebebiyle uzun bir iniş pistine ihtiyaç olduğu ve bu sebeple 18/36 pistine yeni bir paralel pist yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

18/36 pistine yeni yapılan paralel pist, yukarıda açıklanan 2003 yılından sonraki pist kapasitesi yetersizliği nedeniyle zorunludur. Yeni paralel pistin kapasiteye sağlayacağı katkı konusunda farklı değerlendirmeler yapılmakta birlikte, konu aşağıdaki gibi özetlenebilir. Öncelikle 18/36 pistinde yapılması gereken bakım ve onarımlar için mutlaka bu pistin kullanıma kapatılması gerekir. Fakat havalimanının

pist kapasitesi nin büyük bölümünü bu pist oluşturduğundan pisti uzun süreli kapatma söz konusu olamamaktadır. Pisti kısa süreli olarak da kapatma yeterli olmadığından en uygun çözüm 18/ 36 pistine paralel yeni bir pist olmaktadır. Böylece 18/ 36 pist gerektiğinde uzun süreli olarak uçuşlara kapatılabilecektir.

Bu sayede mevcut iki pistten birinin bakım onarım, tamir, lastik izi temizleme, karla ve otla mücadele, aydınlatma sistemleri, ILS sistemi bakım, boyama gibi nedenlerle kapatılması durumunda kapasitede düşme önlenecektir.

Sonuç olarak 18/ 36 pistine paralel pist yapımla en iyi bir yaklaşımla talebe 2010 yılına kadar cevap verilebilecektir. Bu yıldan sonra yine talebe cevap verilemeyecek ve sıkışıklıklar yaşanacaktır. Bu yüzden İstanbul gibi metropolde yakın çevredeki havaalanlarının mümkün olduğunca etkin kullanımı ve belki daha ileriki dönemde yeni havaalanı yapımı gerekecektir.

KAYNAKLAR

- [1] **Horonjeff, R, McKelvey, E. X,** 1994. Planning & Design of Airports, Fourth Edition, McGraw Hill Inc..
- [2] **Asford, N, Wight, P. H,** 1992. Airport Engineering Third Edition, USA
- [3] **DHM,** 1998. Atatürk Havalimanı tarafından pistlerin kapasitelerine yönelik hazırlanmış rapor, İstanbul.
- [4] **DHM,** 1998. Pistlerin, Taksi yolu ve apronun Kullanımına ilişkin düşüncelere ait rapor, İstanbul.
- [5] **TAV,** 2001. İstanbul Atatürk Havalimanı Dış Hatlar Terminali İşletmesi Dönemsel Faaliyet Raporu, Rapor No: 3, İstanbul.
- [6] **Utku, C,** 1996. Havaalanlarının Uçak İşletimiyle ilgili planlanması ve Atatürk Havaalanını incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ. T. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] **Güzel, S,** 1998. İstanbul Atatürk Havalimanının Yeterliliğinin İrdelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ. T. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] **Cavcar, A,** 1997. Hava Trafik Akış Yönetimi ve Hava Sahası Kapasitesi Analizi, *Doktora Tezi*, Osmaniye Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- [9] **DHM,** İstatistik Yıllığı ve Genel Bilgiler, 2000.
- [10] **T. C Ulaştırma Bakanlığı,** D L H Genel Müdürlüğü, Atatürk Havalimanı Gelişim Etüdü, 1997.
- [11] **TAV,** 2000. Beyond Construction, Atatürk Airport-İstanbul International Terminal, İstanbul.
- [12] **EKB&GMW** 2000. İstanbul Atatürk Havalimanı Yeni Dış Hatlar Terminali ve Katlı Otoparkı, İstanbul.
- [13] **Hebert, J. E and Dietz, D. C,** 1997. Modelling and Analysis of an Airport Departure Process, *Journal of Aircraft*, Vol. 34, 43-47.

- [14] **Venkatakrishnan, C S,** 1993. Landing at Logan Airport: Describing and Increasing Airport Capacity, *Transportation Science*, **Vol:27**, 21-227
- [15] **Hanzawi, S G,** 1992. Lack of Airport Capacity: Exploration of Alternative Solutions, *Transportation Research-A*, **Vol:26A**, 47-58
- [16] **Karşahin, M, Tiğdemir, M, Saltan M ve Fincanoğlu A,** 1998. Havaalanı İşletmesinde Kapasite ve Gecikme Analizi, Kayseri İkinci Havacılık Sempozyumu, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 245-250

EKLER

EK A Atatürk Havalimanı Genel Yerleşme Planı

EK B1. Saatlik ve Yıllık Kapasitenin Ön Tahmini

EK B2. Saatlik ve Yıllık Kapasitenin Ön Tahmini (Ek B1'in devamı)

ÖZGEÇMİŞ

M. ne UYGUR, 1977 yılında İstanbul’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini tamamladıktan sonra 1995 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümüne girdi. Bu bölümden iyi bir derece ile mezun oldu. 1999 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Ulaştırma Mühendisliği programında yüksek lisans öğrenimine başladı.